



BIBLIOTECA

SCELTA

DI OPERE ITALIANE

ANTICHE E MODERNE

vol. 163

PAOLO FRISI

MILANESE.



Silvestri dis. C. Cattaneo inc.

Paolo Frisi

OPERETTE
SCELTE
DI PAOLO FRISI
MILANESE

CON LE MEMORIE STORICHE
INTORNO AL MEDESIMO

SCRITTE

DA PIETRO VERRI







MILANO
PER GIOVANNI SILVESTRI
M. DCCC. XXV.

IL TIPOGRAFO

Seguendo il sistema adottato di comprendere in questa Biblioteca Scelta *non solamente le Opere citate come assoluti modelli di lingua, ma ben anco alcune di quelle interessanti o per la materia che trattano, o per la loro utilità generale, costituiranno il presente volume,* Gli Opuscoli Filosofici — Il Progetto di rendere la Delmona navigabile — La Maniera di continuare la Navigazione dell'Oglio all'Adda per la Delmona stessa: *quest' ultima Memoria giaceva inedita finora fra' libri del Chiarissimo Abate Carlo Amoretti, i quali divennero di mia proprietà dopo la di lui morte.*

Vi aggiunsi in seguito gli Elogi *di Bonaventura Cavalieri, di Isacco Newton e di Donato Silva, i quali sono stesi principalmente per l'istruzione e per l'erudita curiosità dello spirito, e rendon palese di quanta amicizia e gratitudine fosse capace l'animo del nostro matematico Frisi.*

Avrei potuto scegliere altre cose di questo Autore, forse egualmente meritevoli, ma le già accennate sono quelle che mi sembrarono sufficienti per provare l'assunto del conte Pietro Verri, cioè che il Frisi era non solo grande Matematico, ma Scrittore valente in diversi rami; del che meglio ne potrà giudicare il lettore dall'Elogio del Verri medesimo che precede questo volume.

AL SIGNOR

MARIA GIO. ANTONIO NICOLA DI CARITAT

MARCHESE DI CONDORCET

SEGRETARIO PERPETUO DELLA REALE ACCADEMIA PARIGINA DELLE SCIENZE; SOCIO DELL' ACCADEMIA FRANCESE, E ACCADEMICO DELLA IMPERIALE SOCIETA' DI PIETROBORGO, DELLE REALI DI BERLINO, STOCKOLMA E TORINO, DELLE SOCIETA' LETTERARIE, E SCIENTIFICHE DELL' INSTITUTO DI BOLOGNA, DI PADOVA, DI FILADELFIA, ECC.

IL CONTE PIETRO VERRI.*

Voi foste amico dell'Abate Frisi. Voi, Signore, avete onorato la tomba di questo illustre Italiano nella Prefazione all' Elogio dell' Imperatrice Regina Maria Teresa; elogio che avete fatto pubblicare in francese, acciocchè potessero ammirare questo nobilissimo lavoro del nostro Frisi anche

* Dedica dal conte Verri premessa all' edizione originale di queste Memorie, fatta in Milano l' anno 1787, in 4.°

coloro che non possedono l'italiano (*). *Frisi vi ebbe in sommo pregio, e vi amò. Egli aveva mente e cuore degni di apprezzare e il sommo ingegno vostro, e tutta la vostra virtù. I pochi uomini che s' innalzano al grado vostro diventano concittadini, e appartengono alla intera umanità per gloria e istruzione di tutti. Le meschine rivalità nazionali non hanno alcuna forza sull' animo di coloro che, consacrati alla verità, si conoscono fratelli, sebbene anco giaccia un seno di mare, o s' alzi una costiera di monti fra que' due punti del globo ove apersero gli occhi alla luce. Durante il corso della vita, troppo breve, del nostro Frisi, ebbi la sorte d' essere fra i più intimi suoi amici; e sono sicuro che ponendo il vostro nome*

(*) *Il sig. Marchese di Condorcet in quella prefazione dice* = L'Abbé Frisi, l'un des Géomètres les plus célèbres que l'Italie ait produits dans ce siècle .... Son style est clair, noble, et simple; il est un des premiers qui aient abandonné la manière d'écrire long tems adoptée en Italie, pour se rapprocher de la précision et de la simplicité..... un commerce facile et sûr, une conversation agréable et animée, une âme faite pour sentir l'amitié rendoient l'Abbé Frisi un homme tré-aimable. *Veggasi* Éloge de l'Impératrice Reine Marie Therese par M.r l'Abbé Frisi, traduit de l'italien, à Paris chez le Roi successeur du Sieur Lottin le Jeune Libraire, rue Saint Jacques vis-à-vis celle de la Parcheminerie, 1785.

onoratissimo in fronte di queste Memorie faccio quanto egli avrebbe bramato appunto ch' io facessi. Non ho pensato di scrivere l' Elogio del nostro amico, ma bensì le Memorie della vita, e degli scritti di lui. Già da alcuni mesi l' Italia ha veduti alcuni scritti, ne' quali gli autori si erano proposto di farne l' Elogio; e fra gli inconvenienti della letteratura riporremo anche questo, che dopo la morte, mentre non possiamo più difendere il nostro nome, si pongano delle macchie immaginate, col pretesto di far meglio risaltare i lumi con le ombre. In tutte le opere del nostro Frisi non si troverà tratto veruno che offenda alcuna persona; e le di lui ceneri meritavano simile riguardo. Ma il destino degli uomini grandi è tale, che con la loro superiorità medesima si facciano, anche non accorgendosene, de' nemici. Abbiano tai produzioni quel destino che il tempo, vero giudice del merito, vorrà loro assegnare. Io non farò uno scritto polemico; e limitandomi a esporre i fatti della vita e degli studi del nostro grande amico, spero di consegnar nelle mani degli uomini di lettere un libro che debba loro esser caro. Ho scritto quello che ho verificato o veduto io stesso: ho reso omaggio alla verità in tutto il mio racconto; e rendo omaggio a Voi, Signore, col dedicarvelo; lusingandomi che possa esservi gradito, perchè vi rappresenta la immagine d' un vostro distintissimo estimatore, qual fu l' Abate Frisi. Voi, Signore, avete sottomessi alla potenza del Calcolo i principj della politica, e avete aggiunto

un nuovo regno alle scienze. Gli elementi che immediatamente determinano il bene o mal essere delle intere nazioni furono sinora abbandonati alla variabile e incerta opinione; e voi, Signore, avete assoggettati al rigore della dimostrazione i corpi politici, come il movimento de' corpi celesti. Io pure anni sono ne diedi un cenno, e ne credetti la possibilità; ma Voi con mano maestra avete eseguito l'impresa.

Possano le luminose tracce che avete segnate rivolgere le menti a tali benefiche meditazioni, e le generazioni avvenire onoreranno la memoria del sig. Marchese di Condorcet come il Newton della politica. Vivete lungamente felice, Signore, giacchè non avete più bisogno ch'io vi auguri nuova gloria.

MEMORIE

APPARTENENTI

ALLA VITA ED AGLI STUDI

DI

PAOLO FRISI

L'elogio del nostro illustre cittadino D. Paolo Frisi lo trovano gli assenti, lo troveranno i posteri nelle immortali opere del suo ingegno; la Cosmografia, il trattato d'Algebra, la Meccanica, le altre minori produzioni ch' egli ha pubblicate, conserveranno eterna la memoria di lui. Chi intraprendesse a descriverci come, e sin dove, penetrando egli nelle scienze sublimi, dilatasse i confini della umana ragione; chi ci esponesse lo stato nel quale egli trovò le scienze, gli sforzi da esso adoperati per tentare impensato cammino, le difficoltà che se gli affacciarono, la costanza con la quale ardì affrontarle, gli ingegnosi ripieghi che immaginò per superarle; chi maestrevolmente eseguisse un tal lavoro presenterebbe agli occhi del pubblico una maestosa pittura, in cui si vedrebbero raccolte le scoperte ch'ei fece, i nuovi spazj aperti per esso alla mente degli uomini, e quanta riconoscenza e ammirazione siasi meritato quest'uomo grande dalla intera umanità. Con questa mira (di determinare la stima che si deve alla memoria dei veri

Saggi) scriss' egli del Galileo, del Cavalieri, del Newton, e del D'Alembert, radunando in poco spazio lo spirito di questi uomini sublimi sparso nelle opere loro; ed egli ben poteva penetrare sin dove ascesero. Per offerire un omaggio simile a un sovrano ingegno vi vorrebbe un altro Frisi, e la natura non è prodiga.

Un sommo Geometra, il di cui nome è sacro nei fasti dell'amicizia e del sapere; quei che, postosi di mezzo fra Newton e gli uomini, fu il primo a sgombrare la sacra nebbia, e svelarne gli arcani; quei che difese Frisi pochi anni sono, ha pronunziato già in Roma l'elogio funebre di lui. Io mi limiterò a scrivere le memorie della vita e degli studi suoi; io che ebbi la sorte d'essergli amico, e di trovare costantemente in quel grand'uomo un amico; io che da impensata sciagura vedo troncata quella dolce unione, che, sino dagli anni della rimota nostra fanciullezza formata, andò, senza interrompimento alcuno, crescendo sempre, e confermandosi per reciproci uffici ed uniformità di sentimenti, cerco di rendergli il tributo che posso; e sia questo degno di lui, degno di que' puri ed onesti sentimenti che ci unirono, la verità. Descrivendolo quale egli era, farò il ritratto d'uomo rispettabile, caro a chi lo conobbe intimamente; che beneficò moltissimi, non fece male ad alcuno; fabbricò tutta da sè medesimo la sua gloria; buon figlio, buon fratello, buon amico, buon cittadino; che fece un lodevole uso del suo talento, del credito suo, del suo danaro; un uomo, in somma, che sarà un modello d'un' anima fermamente virtuosa. Egli ne' suoi volumi ha mostrato sin-

dove s'innalzasse nell'Astronomia, nella Meccanica, nel Calcolo; io scriverò quello ch'ei non poteva scrivere; mostrerò come egli vivesse, quai fossero i suoi costumi e le sue azioni; e il mio lavoro senza pompa veruna d'eloquenza non sarà, lo spero, indifferente agli uomini di studio, ai quali fo conoscere un loro illustre collega; nè lo sarà alle anime sensibili, poichè quello che scrivo lo sento.

Gli uomini del primo ordine, un Galileo, un Newton, un Frisi non hanno bisogno di illustri antenati: pure siccome tutte le circostanze della vita loro piacciono, perchè quanto è maggiore il numero de' fatti conosciuti, tanto più speriamo di comprendere le vere cagioni della loro elevazione; così non ometterò d'informarne i miei lettori. L'origine del nostro Frisi viene da una onesta famiglia strasburghese. L'avo di lui fu Antonio Frisi, che addetto al servizio militare morì nella Lombardia, lasciando un figlio, Giovanni Mattia, senza appoggio, senza parenti, in paese straniero, con la sola eredità dello spoglio paterno. S'impiegò questi nel treno delle armate, indi ottenne d'essere interessato in vari appalti, per il che fece una conveniente fortuna. S'ammogliò con Francesca Magnetti, da cui ebbe cinque maschi e due femmine. Sedotto dalla lusinga di viver meglio, perdette il bene ch'ei possedeva. Egli arditamente abbracciò impegni maggiori delle sue forze, s'ingolfò d'onde non poteva uscirne; le sventure lo circondarono da ogni parte; morì lasciando a carico della vedova sposa sette figli, il principale patrimonio de' quali furono la savíezza, il cuore, e la

prudenza d'una madre veramente virtuosa, e l'ingegno e il giudizio di cui prematuramente furono tutti dotati. Il primo fu Antonio, il quale avendo fatto studio di botanica, di chimica, e di medicina cominciava a rendere operosi i suoi talenti, quando sul fiore della età, e sul liminare della fortuna la morte lo rapì. Il secondo fu Paolo, di cui scrivo le memorie. Il terzo è il Canonico Teologo della Basilica di Santo Stefano Don Antonio Francesco, che s'è fatto nome distinto fra gli eruditi con le illustrazioni pubblicate sulle Antichità Monzesi. Il quarto è il sig. Don Luigi, Canonico della Imperiale Basilica di Sant'Ambrogio, versato ei pure ne' sacri studi, e nella erudizione; l'ultimo fu Filippo, che per la carriera della giurisprudenza, giovane ancora, morì Regio Pretore, ed egli pure diè saggio del suo ingegno coll'opera che pubblicò *De Imperio, et Jurisdictione.* Questi cinque fratelli ebbero, come già accennai, due sorelle (1) eziandio; e così era formata la numerosa famiglia del suddetto Gio. Mattia.

Nacque Paolo Frisi l'anno 1728 il giorno 13 aprile. Appena giunto a quell'età, in cui l'uomo comincia a far uso della ragione, egli si palesò vogliosissimo d'imparare, tollerantissimo della fatica, niente dissipato, niente capriccioso; ma esaminatore attento d'ogni cosa. All'età di tredici o quattordici anni io mi

(1) Una di queste sorelle sposò il nobile signor Don Stefano Castiglione Zaneboni: morì, e rimane di essa il solo discendente per la madre dalla famiglia Frisi, per nome Don Ajcardo.

trovava seco lui alle pubbliche scuole de' Barnabiti in S. Alessandro, ed egli non mostrava niente di fanciullesco. Esattissimo ai suoi doveri, paziente al lavoro, si distingueva dagli altri facendo meglio degli altri. Sin da quella età frequentava la Biblioteca Ambrosiana, ed ivi passava le ore che i suoi pari davano ai divertimenti, acquistando nuovi lumi e nuove idee. La natura lo aveva organizzato per essere un uomo di studio. Egli apprese tutti gli errori che in que' tempi s' innestavano nelle menti de' fanciulli; ma facile divenne poi il cancellarli, e rimasegli l'abituazione alla fatica, nel che consiste il principal vantaggio che può ritrarsi dalla educazion volgare delle scuole. All'età di quindici anni egli entrò nella Congregazione dei Chierici Regolari di S. Paolo, o sia de' Barnabiti (1), o fosse questa risoluzione presa per un fervore religioso, o che a tal partito lo portasse la condizione domestica, o vi fosse indotto dai maestri, i quali distinguevano la esimia penetrazione della di lui mente, e antivedevano l'onore che doveva fare al loro ceto un giovine, che dava somma speranza: egli in quella Congregazione fece i suoi voti. L'usanza allora di quel Collegio voleva che fosse interdetto nel primo anno ogni studio ed ogni lettura scientifica agli alunni; di che, parlandomi più volte l'illustre amico, mi palesò che quell'anno era stato per lui il più disgustoso di sua vita, non avendo egli potuto imparare altro se non la geografia sulle carte, che per

(1) Vestì l'abito di Barnabita il giorno 11 luglio 1743 in Monza.

buona sorte, servendo di ornamento alle pareti di quei chiostri, divennero libri per lui. Terminate le umane lettere, nelle quali, e singolarmente nella poesia latina e italiana erasi molto distinto, passò ad ascoltare quella che chiamavasi filosofia, cioè un impasto di opinioni Aristoteliche e di immaginazioni Cartesiane. Paolo Frisi, che per istinto slanciavasi verso della verità, smaniava non rinvenendola; e malgrado le promesse del maestro, non trovava che parole o idee senza base. La ingenuità del suo carattere, la brama di istruirsi lo rendevano uno scolare che imbarazzava il lettore con le obbiezioni. S'intese da esso nominare la Geometria come una scienza da conoscersi, l'ignoranza della quale indebitamente rimproveratagli dal maestro, serviva di risposta alle obbiezioni, mancandone migliore. Paolo Frisi trovò nella Biblioteca del Collegio gli elementi di Geometria, e ben tosto si avvide che quello studio era fatto per lui a preferenza: in pochi giorni ne scorse, e comprese gli elementi; si innoltrò da sè, ed avea già fatti passi da gigante prima che se ne avvedessero i suoi colleghi.

Da Milano fu spedito al Collegio de' Barnabiti in Pavia per fare il corso di Teologia. Egli, dotato di memoria pronta e tenace, lasciava nella scuola gli scritti che gli venian dettati, e sebbene nella sua stanza fosse occupato delle matematiche, rispondeva al paro de' suoi compagni alle questioni teologiche, apprese in quel tempo soltanto ch'ei le scrivea e le udiva spiegar nella scuola. Ivi a Pavia fece conoscenza col P. Rampinelli Olivetano, matematico d'un me-

rito distinto, discepolo di Manfredi, e maestro dell'Agnesi. La conoscenza del Rampinelli, le conversazioni, che ebbe seco, giovarongli molto per avere lumi e direzione, e per animarsi sempre più nelle scienze esatte e sublimi. Per buona sorte gli era toccato per maestro di Teologia il Padre don Pietro Besozzi, uomo assai illuminato, e che fu il primo che nelle scuole di S. Alessandro in Milano facesse conoscere le scoperte del Newton. Questo P. Besozzi aveva un animo signorile; fu sommamente considerato nella sua congregazione; e non è l'ultima delle sue lodi quella d'aver egli conosciuto, amato e aiutato il nostro Frisi prima ancora ch'ei facesse que' progressi che gli acquistarono la celebrità, e l'averlo sostenuto contro i pregiudizi; giacchè in quei tempi nella Congregazione de' Barnabiti e in tutta la Lombardia erano sconosciuti e giacenti i buoni studi e le belle arti. Una falsa eloquenza latina, uno studio di memoria nella Teologia o nella Giurisprudenza erano le sole occupazioni applaudite. Le Matematiche venivan considerate come inutili e profane speculazioni non conformi alla monastica disciplina. Contro tali opinioni doveva urtare il nostro Frisi, e non lasciarono esse, corredate anche dalla autorità, di attraversare i di lui progressi. Gli ostacoli arrestano le anime deboli, e rinvigoriscono, per lo contrario, le anime energiche e non volgari, e tale si mostrò sempre quella del mio amico. Egli, addomesticato già co' principj matematici di Newton, prese a svolgere la Teoria della Terra; e all'età di ventidue anni trovandosi in Lodi ad insegnare

la Filosofia, compose la sua Dissertazione sulla Figura della Terra.

Questa prima sua opera dovea farlo conoscere dall'Europa, e giudicare dai pochi sublimi matematici sparsi ne' suoi regni. Ma come renderla pubblica? L'Autore era un giovine sconosciuto. Egli viveva sotto il comando di persone che non apprezzavano tali studi. Mancava di ogni appoggio, mancava di mezzi per intraprendere l'edizione d'un libro di calcoli inintelligibili allo stampatore, che non si espone se non a libri di pronto e sicuro spaccio. Era destinata a rimanere eternamente sconosciuta quest'opera, e fors'anco l'Autore sarebbe stato costretto alla fine ad abbandonare la carriera matematica, se non porgevali soccorso il conte Donato Silva, cavaliere nostro milanese, che promosse i buoni studi, e giovò a molti uomini d'ingegno. Ecco per qual mezzo ciò si fece. — Il dottore Antonio Frisi, il botanico, era caramente amato dal Conte, ed aveva presso di lui la benemerenza d'avergli giudiziosamente ordinato in classi l'orto botanico della sua Villa di Cinisello. Il Conte fu il primo ad introdurre in Milano il gusto delle piante esotiche. Vivendo egli famigliarmente col dottore Antonio Frisi, seppe da lui il lavoro che un suo fratel Barnabita avea fatto, e le difficoltà che gl'impedivano di pubblicarlo. Bramò di avere il manoscritto. Egli sapeva abbastanza di geometria per accorgersi almeno che la Dissertazione non era cosa volgare; si addossò l'impegno di farla stampare, come eseguì in Milano l'anno 1751, dal Ricchini, e l'Accademia delle Scienze di Parigi,

l'anno 1753, aggregò il nostro Frisi Accademico Corrispondente, avendo egli non più che venticinque anni. Egli fu, durante la sua vita, sempre grato ed affezionatamente interessato pel conte Donato Silva; frequentissimamente lo visitò sin che visse, e in morte stampò l'elogio suo. Noi Milanesi saremo sempre riconoscenti alla memoria di quel degno Cavaliere, all'opera del quale fors'anco dobbiamo l'onore di annoverare fra gli illustri nostri cittadini Paolo Frisi.

* Questa prima di lui Opera ha il titolo: *P. D. Paulli Frisii Mediolanensis, Congregationis D. Paulli Clerici Regularis*, etc. *Disquisitio Mathematica in caussam Physicam Figurae et magnitudinis Telluris nostrae = Mediolani, in Regia Curia Superiorum permissu MDCCLI*, in 4.° pag. 86. L'oggetto di quest'opera è di conciliare la teoria della gravità, e della forza centrifuga con le diverse osservazioni che sin allora eransi fatte. Dimostra che sono inevitabili nelle osservazioni alcuni minimi errori di sessanta tese per ogni grado, d'un centesimo di linea nel pendolo. Sviluppa la teoria, che Newton avea indicata nel lib. 3, propos. 19 e 20 de' suoi principj. Calcola quanto diminuisca la gravità in ciascuna particella del globo terrestre per la rotazione diurna; ne scopre una formola nuova. Dà una soluzion generale al problema dell'attrazione de' corpi rotondi, e l'applica a' vari casi per determinare la gravità in ciascun punto d'una sferoide. Fa conoscere che la terra è una sferoide schiacciata qual la dimostrò Newton; trova la proporzione degli assi, la lunghezza de' pendoli, la esten-

sione dei gradi de' paralelli e del meridiano a ciascuna latitudine. Quindi paragonando le osservazioni d'Inghilterra, della Francia, della Lapponia, e del Perù, fa conoscere la esatta corrispondenza di esse con la teoria, poichè le minime deviazioni dall'esattezza sono tali, che si conoscono inevitabili nella pratica. Il Segretario dell'Accademia delle Scienze di Parigi scrisse all'Autore = *En verité, Monsieur, à voir le dessein que vous vous étiez proposé, et plus encore à la maniere dont il m'a paru que vous l'executiez, je n'aurois jamais deviné que votre ouvrage fut celui d'un jeune Mathématicien. C'est, Monsieur, commencer par où les autre ont coûtume de finir* = (così riscontrò il sig. di Fouchy in data di Parigi, 26 aprile, 1752.) Il sig. Francesco Maria Zanotti da Bologna gli scrisse (il 22 marzo 1752): *Pochi, pochissimi libri si veggono uscire alla luce simili a questo, che V. R. ci ha inviato sopra la Figura della terra. Io lo scorsi subito ammirando l'infinito possesso che ella ha di tutte le matematiche scienze, e quella franchezza e speditezza che è propria solo dei gran maestri. Lo stesso giudizio ne ha dato poi Eustachio mio nipote, che è Astronomo, ed ha voluto leggere il libro con più agio. Ed egli ed io siamo presi di altissima stima del rarissimo e singolarissimo ingegno di Lei, ec.*

I forestieri che cercavano di conoscere questo giovine Barnabita, le copiscue Accademie che lo aggregavano, le corrispondenze co' più distinti letterati del secolo che egli in breve s'era procurate, annientarono tutti gli ostacoli ch'egli aveva trovati fra' suoi colleghi; anzi

l'esempio produsse in quella Congregazione un cambiamento negli studi de' giovani, rallentò le istanze de' vecchi sul punto delle loro antiche pratiche, talchè insensibilmente crescendo il buon partito, e rinforzandosi con nuove aggregazioni, si ridussero gli studi dei Barnabiti a tal coltura, che quella Congregazione oggidì è il primiero ornamento della nostra patria. Matematici profondi; fisici giudiziosi; oratori sacri, colti, e maestri dei costumi; poeti energici e facondi; abili maestri d'architettura, d'idraulica e d'altre facoltà, tutto ciò ritrovasi oggidì ne' collegi de' Barnabiti.

Nella città di Casale nel Monferrato la Filosofia s'insegnava da un Barnabita; la Congregazione ne presentava tre, e il Re ne sceglieva uno, che si considerava regio professore. Questa scelta cadde sul nostro Frisi, che i Barnabiti avevano nominato il primo per giusta premura di fare onore al proprio loro Ordine. Ivi egli conobbe il conte Radicati, uomo di sublime ingegno, profondo matematico, colto letterato, di cui non si valutavano nella città che i difetti della vivace sua indole. Conoscerlo, e affezionarsegli furono nel nostro Frisi due avvenimenti poco discosti uno dall'altro. Il Conte divenne suo amico; trovarono e l'uno e l'altro la soddisfazione di parlare con chi intendevagli; la bontà del carattere dell'uno e dell'altro strinse la loro unione. Radicati fece conoscere la colta letteratura a Frisi, che allora era semplicemente matematico. La vicendevole loro affezione ne formò due amici, che erano sempre insieme. Questa unione dispiacque

ai vecchi Barnabiti. Trovandosi il nostro Frisi al servigio del Sovrano in qualità di regio professore non credeva che gli disdicesse, o gli si potesse impedir l'amicizia con un signore di nascita illustre; ma s'ingannò, e gli convenne partirsene, perdere la cattedra, e passare a Novara con la carica di predicatore, e coll'obbligo di farvi le annuali prediche, e recitarle. La Congregazione de' Barnabiti non ebbe mai lo spirito di persecuzione: dopo pochi mesi venne don Paolo Frisi riposto nella sua carriera, e collocato ad insegnare la Filosofia nell'Università di S. Alessandro in Milano l'anno 1753 ove rimase per tre anni.

L'opera della Figura della Terra, alla quale doveva il nostro Frisi la celebrità, e di cui avevano fatta onorevolissima menzione i Giornalisti di Lipsia, quei d'Amsterdam, e di Firenze, venne criticata nell'Italia da un Gesuita, dall'autore della Storia Letteraria d'Italia, il Padre Zaccaria. Lo storico considerando l'attrazione come una ipotesi, spargendo dubbj, citando le opere del Clairault, del Bourguer, e d'altri, e deplorando la degradata condizione degl'Italiani, un dì maestri, ora adulatori quasi delle dottrine d'oltramonte, indirettamente cercò di rappresentare il nuovo libro come un ingegnoso bensì, ma inconcludente lavoro, dettato dalla smania di sostenere le cose inglesi. Frisi fecegli una vivace e breve risposta, da cui ricavossi che il Gesuita non era bastantemente geometra per intendere e censurare quel libro. Gli uomini di lettere hanno maggiore influenza nel destino delle generazioni venture, di quanto ne abbiano gli stessi monarchi sugli

uomini viventi. Spargono i primi semi de' lor pensamenti; semi tardi bensì a produrre, ma che nella gioventù s'innestano; e l'uomo di lettere determina le opinioni del secolo che vien dopo di lui. I libri de' filosofi son quelli che hanno finalmente costretto i tribunali, malgrado la tenacità delle antiche pratiche, a non incrudelire più contro le streghe ed i maghi; a non inferocire con le torture; a non infliggere pene atroci per opinioni; a limitare i supplizj ai soli casi estremi. I libri hanno resa accessibile al merito la strada degli onori, battuta in addietro da chi scaltramente simulando adulava gli errori volgari. Alle opere de' filosofi siam debitori se alle nostre infermità ora assistono medici illuminati e cauti, in vece dei ciurmatori ignoranti; se nel ceto degli avvocati la probità e il buon senso vennero sostituiti alla maligna ed infida gravità: se conoscendosi meglio la morale e i doveri dell' uomo e del cittadino, l'uomo soffre almeno il rossore nel violar tai doveri, e non si copre la perfidia impunita coll' ipocrito velo d'una simulata religione. In somma i filosofi, trascurati, contraddetti, perseguitati durante la loro vita, determinano alla perfine la opinione; la verità si dilata; da alcuni pochi si comunica ai molti; da questi ai più; s'illuminano i sovrani; e trovano la massa de' sudditi più ragionevole e disposta ad accogliere tranquillamente quelle novità, che senza pericolo non si sarebbero presentate fralle tenebre della ignoranza. La opinione dirige la forza, e i buoni libri dirigono la opinione, sovrana immortale del mondo.

Le occupazioni del nostro Frisi, mentre fu lettore pubblico in S. Alessandro, furono degne di lui. Egli si pose ad insegnare a' suoi uditori l'arte di ben ragionare; i principj generali della fisica, che servono come di strade maestre a ulteriori studi; i principj della morale, di cui ne stampò un Saggio; e fu egli il primo che ardì pubblicamente sostener dalla cattedra che non vi erano nè la magia, nè le streghe; e fu egli il primo che pubblicamente ne fece sostenere le tesi, non senza qualche pericolo e inquietudine; essendovi allora fra di noi la Inquisizione, armata tuttavia di un potere indipendente. Ma la celebrità, ch' egli aveva già acquistata, e la benevolenza e famigliarità che avevano per lui le persone più riverite del nostro paese, servirono a preservarlo. Egli era frequentemente e con distinzione accolto dal Duca Francesco di Modena, che governava il Milanese. Egli era bramato nelle case più distinte, e nelle migliori compagnie del paese. Le sue maniere sempre ingenue e cortesi; la sua conversazione frizzante di sali, e abbondante di cose; la prudente riservatezza e circospezione sua senza stento; la sensibilità sua per ogni attenzione ch' ei ricevesse; la fermezza del suo animo nel sopportare la mancanza dei mezzi nobilmente occultandola, e con una virtuosissima allegrezza ricusando ogni assistenza che potesse recare altrui il minimo incomodo; una semplicità amabile, colta, e originale di carattere; lo resero sino da que' primi anni caro ai migliori conoscitori del merito. Egli amava la buona società, e vi sapeva vivere giudiziosamente; e

questo era appunto il lato per cui gl'invidiosi l'attaccavano, i quali, non contenti della illibata costumatezza, e della somma decenza che sempre l'accompagnavano, facevangli rimprovero che gli studi e le occupazioni geniali di lui non mostrassero quello spirito claustrale che se gl'imputava a delitto di non possedere; quasi che l'incauta, o forse necessaria, determinazione, presa nella inesperta età di quindici anni, potesse rendere colpevoli in un grand'uomo le azioni le più innocenti; quasi che fossero sempre componibili l'energia somma dell'anima, che audacemente affronta le difficoltà onde è attorniato il vero, e la mansuetudine claustrale; quasi che facilmente si accoppiassero nell'uomo medesimo sommo ardore di gloria, capace di reggere alle maggiori fatiche, e indifferenza per la propria oscurità. Tali sono i paralogismi co' quali l'invidiosa mediocrità fu sempre solita d'accusare gli uomini sommi, concitar loro l'odio volgare, e ridurli all'ostracismo. Ben se ne avvide il nostro filosofo, e cautamente cercò di sottrarsi ai pericoli procurandosi una cattedra, che, rendendolo stipendiato d'un Sovrano, lo staccasse onorevolmente dai doveri d'uno stato, del quale, sebbene nol dicesse mai, egli veramente non aveva genio alcuno.

Il conte di Richecourt governava la Toscana, Monsignor Cerati dirigeva l'Università di Pisa, ambidue uomini di vero merito, e conseguentemente amici degli uomini di merito. Il nome del nostro Frisi era noto nella Toscana, l'Attica dell'Italia, ove lo studio delle Matematiche era in onore. Con questa fortu-

nata combinazione non fu impresa difficile pel nostro Frisi l'ottenere una cattedra nella Università di Pisa: in fatti al principio dell'anno 1756 passò a Pisa lettore, allo stipendio dell'Imperatore Granduca. Sin ch'egli visse fu riconoscente al Conte, alla memoria di lui, a quella di Monsignor Cerati, come sempre lo fu al conte Donato Silva, e al conte Radicati. Ciascuno che abbia conosciuto l'abate Frisi può farmi testimonio se dei nominati sempre ne parlasse con amore, stima, e riconoscenza distinta. Nè il tempo, nè la cessazione del bisogno non alterarono mai la più costante e impegnata gratitudine ch'egli teneva scolpita nell'animo verso coloro che avevangli fatto del bene. Posso attestare che non mai l'ho veduto nemmeno paziente, che in faccia sua taluno prendesse a ridire a qualche azione di persona benemerita verso di lui; e ciò era un principio talmente innestato nel suo carattere, che per riconoscenza nemmeno permetteva su di ciò una libera e pacata ricerca della verità. Io ricordo un difetto della di lui filosofia, ben me ne avvedo; ma so pure che ogni anima virtuosa glielo perdona facilmente. Non ho conosciuto un altr'uomo sul quale la ragione potesse tanto quant'ella poteva sull'animo di Don Paolo Frisi, al segno che compassionevole e umanissimo verso chi soffriva mali reali e fisici, derideva quasi chi s'assoggettava a soffrire per debolezza o per opinione; tanto era egli alieno dal provarne, tanto poteva sopra di lui la ragione: ma la ragione primordiale d'essere virtuoso e grato ai beneficj, gli vietava assolutamente l'uso della ragione me-

desima qualora si fosse adoperata per togliere qualche cosa al credito d'un uomo benefico.

Fatto adunque lettore di Pisa, appena giuntovi, secondo l'uso di quella Università, gli fu recato un semestre anticipato dello stipendio. La prima volta fu quella in cui si trovò possessore d'una somma che parevagli immensa. Io lo so da lui stesso, che più volte me lo rammentò. Egli aveva sofferto sino a quel momento le angustie, senza lasciarlo vedere giammai. Ma la gioia che provò in questa mutazione non fu certamente quella d'un uomo volgare. Se gli affacciò alla mente la rispettabile sua madre, donna di animo e di virtù superiori alla fortuna, a cui allora appunto era mancato l'unico sostegno, con la morte del medico suo figlio primogenito. Se gli affacciò la famiglia; i fratelli, altri da collocare, da educare altri; s'avvide ch'ei poteva ricompensare i beneficj che aveva ottenuti dalla degna sua madre, giovare ai minori fratelli ch'egli amava, e rendersi il benefattore di sua famiglia. Tai deliziosi sentimenti provò quell'anima virtuosa, e questi costantemente lo occuparono persino che visse, e a questi sacrificò sempre ogni voglia di vanità, o di capriccio, se pur ne nacquero nel di lui animo, di che non mi son mai avveduto. Instancabilmente destinò il profitto de' suoi talenti a tal nobile oggetto, e ne fu meritamente ricompensato non solamente coll'amore e con la riconoscenza, ma col buon uso che i fratelli fecero delle cure di lui, corrispondendo alle speranze, sviluppando indole, costume, talenti, quali si richiedevano, acciocchè si compiacesse quell'uomo grande de' con-

sanguinei, che gli diede la nascita, in buona parte formati dall'esempio delle virtù di lui. Egli però, sebbene amasse di parlare della sua famiglia, della madre, de' fratelli, delle sorelle, non lasciava conoscere giammai d'aver avuta parte alcuna nel beneficarli; la virtù sua modesta, semplice, nemica del fasto, evitava ogni pompa. Non è facile il rinvenire altr'uomo più economo e più generoso nel tempo medesimo del nostro Matematico. Egli in sua vita non ha gettato mai per capriccio. Non ha mai lasciato mancare ciò che esigesse la maggior decenza nella sua persona o alloggio: il rimanente lo ha utilissimamente impiegato a vantaggio de' suoi, i quali non gli lasciarono bramar certamente più riconoscente corrispondenza. Egli in fatti nella sua famiglia fu sempre amato non solo, ma venerato qual padre, e assistito con la più amorosa tenerezza. È difficile il ritrovare una famiglia, nella quale si vivesse con maggiore cordialità e decenza di quella che ho più volte ammirata presso i signori Frisi.

Ma, tornando al nostro Professore in Pisa, la prima e più stretta amicizia, che in quella città ei formò fu col celebre sig. dottor Tommasso Perelli. V'erano allora in quella Università il dottor Soría, il P. Berti, e altri uomini, nella società de' quali ottimamente viveva il nostro professore, in una città men clamorosa di Milano, e perciò appunto più confacente agli studi. Vi si pose a soggiornare poi il conte Francesco Algarotti e vi morì: la intima società in cùi visse col nostro Frisi, l'amicizia che aveva per lui, contribuirono a

fargli preferire la dimora in Pisa. Il sig. Ferner Svezzese si trattenne lungamente pure in detta città di Pisa per profittare della compagnia del nostro Matematico. Vari forestieri di merito fecero lo stesso, e tutti procuravano di conoscerlo. Due fortune letterarie toccarono al nostro Frisi in quel primo anno del suo collocamento a Pisa. La prima fu che dalla Reale Accademia di Berlino venne premiata la di lui Dissertazione sul Moto Annuo della Terra con una medaglia d'oro del peso di once sei (1). Il quesito che la Reale Accademia di Berlino aveva proposto era: = Se il moto diurno della terra sia sempre della stessa rapidità; come ce ne possiamo assicurare; e quando mai vi fosse disuguaglianza, quale ne sia la cagione. = Questa sublime questione comprendeva la precessione degli equinozi, la mutazione dell'asse, la variazione dell'obbliquità dell'Eclittica, oggetti che sempre più poscia andò sviluppando il nostro Astronomo durante il corso della sua vita. L'altra fortuna letteraria l'ebbe dalla Imperiale Accademia di Pietroburgo, la quale dichiarò, che fra tutte le dissertazioni presentatele sul quesito da lei proposto, relativo alla Elettricità, nessuna aveva meglio soddisfatto di quella del sig. Frisi, il quale, contento d'essersi meritato il premio proposto, s'era escluso dall'ottenerlo, poichè aveva scritto in fronte alla Dissertazione il proprio nome. Egli aveva già stampate in Milano l'anno precedente al-

(1) Al rovescio della immagine del Re eravi una corona d'alloro con la leggenda *Scientiarum et literarum incremento.*

cune Tesi sulla Elettricità. Egli aveva in mente una serie di sperienze da farsi su di quest'etere, le quali non ebbe tempo, od occasione d'intraprendere poi. Considerava l'Algebra come il miglior mezzo per aprire i secreti della natura, e la paragonava al danaro col quale si può fare qualunque viaggio, e senza del quale si formano inutili progetti. Per ciò egli riguardava le sperienze, e sulla elettricità, e sulle arie, e sulle calamite, e le stesse osservazioni celesti come passatempi, a meno che non si fosse formato da prima un piano, un sistema d'investigazione, siccome fece Newton analizzando la luce; e queste curiosità medesime che ci presenta la fisica le considerava sterili maraviglie sin tanto che, sottoposte alla analisi, e cimentate col calcolo, non fosse riconosciuta la Teoria. Egli non si fidava giammai d'un uomo, che mancando della teoria pretendesse di supplirvi colla pratica: costoro soleva chiamarli *Empirici*.

Queste verità, questi principj, ch'egli ebbe fermi durante la sua vita; principj ch'ei non dissimulava, gli eccitarono l'avversione di molti. Gli uomini mediocri s'uniscono facilmente contro dell'uomo grande, unicamente perchè s'accorgono d'essere conosciuti da lui per mediocri; e il volgo poi si lascia sedurre dalla opinione riunita dai molti mediocri da esso creduti eccellenti. Un passero che vola sembra al ranocchio che tocchi il cielo, e l'aquila lo vede strisciarsi sul fango vicino al ranocchio. Gli attestati che dalle più autorevoli e indipendenti società dell'Europa venivano per annunziare e rinnovar l'annunzio del merito tra-

scendente di questo nostro cittadino, appena bastavano per imporne per pochi intervalli alla invidia. Eppure non aderenze di famiglia, non ricchezze, non altri mezzi potevano conciliare le opinioni di Pietroborgo, di Berlino, di Parigi, di Copenague verso d'un Claustrale milanese. L'Accademia Imperiale di Pietroborgo lo elesse per socio in quell'anno medesimo 1756, e la Dissertazione sulla Elettricità venne stampata negli Atti della Imperiale Accademia, e separatamente venne anche in Italia pubblicata con le stampe di Lucca nel 1757.

Un secondo premio, non meno decoroso che importante, l'ebbe dalla Reale Accademia delle Scienze di Parigi al principio dell'anno 1758 allorchè venne da essa coronata la Dissertazione del nostro Frisi sul quesito proposto: Se i Corpi celesti abbiano atmosfera, e, posto che l'abbiano, quanto s'estenda. Il premio fu di due mila e cinquecento franchi. La Dissertazione premiata è un lavoro che forse da niun altro fuorchè da lui poteva eseguirsi. Sulle osservazioni de' più celebri astronomi provò che tutt'i corpi celesti hanno atmosfera. Poi entrò a calcolare quai limiti dovessero avere in virtù della universale e mutua gravità composta con la forza centrifuga. Calcolò le atmosfere de' Satelliti di Giove e di Saturno. Trovò che le macchie del Sole si rivolgono in un tempo periodico, e a distanze diverse dal Sole medesimo. Trovò per esempio che l'atmosfera di Giove oltre due semidiametri e un quarto di Giove non può avere una densità sensibile. Trovò che oltre trentacinque semidiametri del Sole l'atmosfera di lui parimente non può avere

sensibile densità. Calcolò l'altezza dall'atmosfera terrestre, la quale sotto l'equatore si limita a trentamila cinquecento tese parigine. Mostrò il metodo di calcolare le altezze dei monti con le altezze del barometro. Trattò poscia delle atmosfere di Marte, Venere e Mercurio; e alla Luna ritrovò l'atmosfera alzarsi non più che un dodicesimo del di lei diametro.

L'anno medesimo 1758 venne associato il nostro Matematico alla Reale Accademia di Berlino. Questa fu la quinta illustre società che l'ascrisse, poichè già prima era stato annoverato socio dell'Instituto di Bologna, e corrispondente della Reale Accademia delle Scienze di Parigi nel 1753, poi alla Società Reale di Londra e della Imperiale di Pietroborgo nel 1756. Un nuovo eccitamento emanò dall'imperial trono di Vienna quando avendo con le stampe di Lucca dedicate al Reale Arciduca Giuseppe, ora augusto imperatore e re, le Dissertazioni sue l'anno 1759, ebbe in dono una collana con medaglia d'oro, portante l'effigie del medesimo suo Real Mecenate. In mezzo a tanti onori, i quali avrebbero facilmente fatto nascere l'orgoglio nel cuore d'un altro, il nostro Frisi non cambiossi mai. Egli s'era definito; aveva giudicato già di sè medesimo; nè gli applausi, nè le opposizioni non gli avrebbero fatta accrescere o diminuire l'opinione che aveva delle proprie forze: ei considerava gli applausi, e le opposizioni come fenomeni dipendenti da esterne combinazioni, segregate da lui. Godeva del bene, e aveva l'animo sempre disposto a mirare le cose della vita dal lato più favorevole e giocondo: nelle av-

versità ei presentò sempre una fronte serena, una sicurezza che partiva dal sentimento, e da un animo non mai depresso. Modesto, discreto, uguale sempre a sè medesimo, conservò verso degli amici, verso degli studi suoi, e sopra tutto verso della sua famiglia, gli affetti e le cure medesime anche ne' più gloriosi momenti della sua vita.

I premj ottenuti, e l' accrescimento fattogli dello stipendio di Pisa posero il nostro virtuoso Matematico nella bramata situazione di viaggiare l'Italia senza che per ciò mancassero i soccorsi destinati alla rispettabile sua madre, ed alla sua cara famiglia. Egli dunque dalla Toscana passò a Roma, indi a Napoli, nell'autunno dell'anno 1760. Il Papa Rezzonico, Clemente XIII, volle consultarlo intorno le controversie che allora più che mai si dibattevano in Roma fra i Bolognesi e i Ferraresi, dipendentemente dal Reno ed altri fiumi e torrenti di quelle Legazioni. Egli formò il suo piano; fece indi la visita di quelle province, e con le stampe di Lucca nel 1762 diè poscia al pubblico il risultamento di quanto ei ne pensò. Quest' opera comparve tradotta in francese, e magnificamente stampata nella Stamperia Reale di Parigi l'anno 1774. Egli opinò d'inalveare il Reno pel cavo Benedettino, e condurre altre acque di torrenti in Primaro. Queste proposizioni vennero combattute da un nembo di scritture stampate in Bologna, in Ravenna, ed in Roma. Il nostro sig. Frisi non volle combattere fra tanti partiti. Egli aveva per la sua opinione i signori Gabriello Manfredi, Eustachio Zanotti, e Giacomo Mariscotti; ma anche

allora la ragione rimase soffocata dalla moltitudine degli oppositori. Tuttavolta vi acquistò il sig. Frisi, oltre alcune rimunerazioni, una efficace raccomandazione del Papa in favore del sig. D. Antonio Francesco, cui venne poscia conferito un pingue canonicato nella Basilica di S. Giovanni di Monza. Questo degno ecclesiastico nella cordialità e impegno in pro della sua famiglia si mostrò d'animo uguale al maggior suo fratello. Profittò egli in Monza dell'archivio prezioso d'antichi manoscritti, che in prima gelosamente si tenevano invisibili, e con fatica ed accuratezza ordinatolo, e trascritto in buona parte, con varie dissertazioni erudite ha già mostrato al pubblico qual buon uso ei sapesse farne, e in breve ne vedremo produzioni ulteriori. Questi furono i beni che ricavò D. Paolo dalla commissione delle acque del Bolognese, dove in buona parte (sotto gli auspicj d'un cardinal legato, uomo di stato, che antivedendo le benedizioni dei posteri, e ambendole, ha saputo fermamente affrontare la forza d'inerzia, e gl'interessi privati de' contemporanei) si eseguì il progetto del nostro sig. Frisi, senza ricordarsi ch'ei ne fosse l'autore; il che dimostra *qual sia la sorte di tutti quelli che hanno proposto, e sostenuto qualche utile progetto in Italia; di essere contraddetti a principio per ogni parte, e di essere appena ricordati quando il progetto è stato riconosciuto generalmente come utile*, come su di ciò scrisse il sig. Frisi medesimo (1). L'abate Frisi trovò quasi sempre

(1) Tom. 2 delle sue Opere. Milano, 1783, pag. 400.

contraddizioni, e talvolta amari disgusti nelle commissioni che ebbe e in Bologna e in Milano, ed a Venezia; e io non dissimulerò che in qualche parte ve n'ebbe colpa. Avvezzata la di lui mente agli studi esatti, che appoggiandosi a dati certi, e con pari certezza legando varie dimostrazioni che guidano alle rimote verità, ei rifiutava d'adoperare le forze della sua mente in nessun'arte congbietturale, come pure di fabbricare sulle probabilità. Ora la scienza di vivere con la maggior parte degli uomini è fondata su dati meramente probabili, quai sono i reconditi sentimenti degli animi altrui. Egli non adoperava punto la sagacità del suo ingegno per antivedere se le verità idrostatiche e fisiche, ch'egli aveva trovate, sarebbero state bene o male accolte, ci non calcolava il modo, il tempo, l'occasione per annunziarle. Le significava chiare e ferme quali le aveva conosciute, e con buona fede ricercate. Quindi in un affare nel quale era entrato come idrostatico si trovava impensatamente costretto a sostenere la parte di uomo di mondo, e di maneggio; circondato da interessi privati contrarj, da gelosie di mestiere, dall'amor proprio altrui irritato; e questa figura ei non sapeva sostenerla con la pazienza ed accortezza che convengono per ben riuscirvi. Egli camminava dritto al bene; promoveva il vantaggio pubblico, cercava la solidità e sicurezza delle opere; e imparzialmente sosteneva quella che riconosceva per buona causa. Quasi che nelle umane questioni, e molto più ne' pubblici affari, gli oggetti determinanti fossero questi; e non piuttosto il risultamento delle opinioni, e di

privati interessi di alcuni pochi, dalle quali forze combinate ne risulta per lo più un partito che nessuno avrebbe preveduto. Egli è vero però, che tollerò sempre con superiorità e fermezza mirabile le contrarie vicende, e le ingiustizie che qualche volta dovette sopportare: cosicchè, sicuro della propria rettitudine, irremovibile per nessun riguardo dalla opinione, che dopo maturo esame aveva adottata, presentò un cuore costante ed innocente alle procelle, senza mai aver la mente abbattuta, o dubitare di sè medesimo. Costanza e fermezza ch'egli non solamente ebbe nelle opinioni, ma ne' sentimenti ancora più intimi dell'animo; perseverante ed immobile nell'amicizia, nell'affetto verso de' suoi congiunti, nella benevolenza verso de' suoi scolari, nella riconoscenza verso chi gli aveva fatto il minimo piacere.

Gli affari delle acque del Bolognese lo determinarono a dividere quelle meditazioni che in prima consacrava alla cognizione del sistema Solare, coll'Idrostatica sulla quale più opere stampò, dedicandone un trattato (1) al sig. cavaliere Giulio Mózzi, patrizio fiorentino, col quale s'era legato in amicizia; cavaliere di sommo merito pel suo carattere, poeta sublime, e sublime matematico, il quale aveva dedicato al nostro Frisi un Trattato sul Rotamento momentaneo de' corpi. Altre cose stampò, le quali vennero inserite nelle raccolte degli scrittori delle acque. Diè poi nuova forma alla teoria dell'Idrostatica nell'ultima edizione della Meccanica, pubblicata in Milano nel 1783.

(1) Stampato in Firenze, 1770.

Non per ciò egli abbandonò mai l'astronomia, ed il sistema del mondo, che gli aveva fruttato una più tranquilla celebrità; e con le stampe di Lucca nel 1761 pubblicò il secondo volume delle sue Dissertazioni, dedicato al serenissimo duca di Genova sig. Agostino Lomellino, che egli onorava e amava sommamente, e a cui fu sempre caro il nostro Frisi, che mantenne sin che visse una non mai interrotta corrispondenza con questo Repubblicano illustre, presso cui mirabilmente si riuniscono le vaste idee di stato, e le precise scienze; la profondità de' pensieri, e il più squisito sentimento del bello, l'amore pel merito, e l'amabile gentilezza sociale.

Otto anni erano vicini a compiersi da che il nostro Frisi, domiciliato nella Toscana per cagione della cattedra sua nella Università di Pisa, appena di volo aveva potuto visitare in quest' intervallo la sua famiglia e la patria. Mancava sempre qualche cosa alla sua felicità coll' esserne lontano. Fortunatamente in quel tempo si cominciò a pensare alla pubblica educazione della nostra gioventù, e a dar credito alla derelitta Università di Pavia. Un illustre Milanese ricoverato nella Toscana non poteva essere dimenticato, nè lo fu. Gli venne offerta la cattedra di matematica nelle scuole Palatine di Milano col medesimo stipendio che egli godeva in Pisa, e l'accettò. L'Imperatore Granduca nel concedere a questo esimio professore il congedo, volle onorarlo coll' ordinare, che sempre il di lui nome rimanesse scritto nel ruolo de' lettori di Pisa. Il Senato di Bologna nello stesso anno 1764 volle eleg-

gere pure il nostro Frisi come lettore onorario dell'universale matematica; la qual distinta onorificenza tanto più comparve considerabile a chi ha notizia di quel senato, quanto che non era limitata ad alcun tempo, nè ristretta ad alcuna parte della matematica; come lo suol essere ad altri lettori, a cui si conferiscon le cattedre per un triennio, dopo del quale essi ne chiedono la conferma. Giunse egli dunque a Milano, e fece la Prelezione nella primavera del 1764 stampata nell'anno stesso in Milano dal Galeazzi.

Stavasi allora per innalzare la guglia, o sia torre fondata sul lanternino della cupola del Duomo di Milano, e questo era il soggetto dei pubblici discorsi. Il nostro Matematico, al quale non era forestiera l'architettura, non potè occultare il sentimento che gli cagionava un sì fatto progetto. Mentre non è terminato il pavimento del Duomo, ma in parte è simile a quello d'una stalla; mentre la facciata è fatta per metà, e pel rimanente mostra un rozzo acervo di sassi e mattoni, pensare a profondere una cospicua somma di danaro all'ornamento dell'ultima sommità, era un errore di metodo per lo meno. Egli disse poi che non senza pericolo potevasi aggiugnere un tal peso; che sarebbe stata fulminata facilmente quell'altissima torre; che avrebbe resa deforme la figura della Chiesa. Ora ciascun vede ch'egli aveva ragione, e che si sarebbe meglio fatto seguendo il suo parere. Ma allora, per avere cercato co' suoi discorsi d'impedire una deformità veramente ridicola, fu esposto alla personale animosità di alcun ingegnere, e di molti

patrizj da colui sedotti, quasi che il nostro Matematico tentasse di porre limiti al poter loro sulla fabbrica della Chiesa. Un' altra avventura espose a maggiori amarezze il nostro Frisi. Egli, come regio Censore, aveva approvato per la stampa un meschino Lunario, nel quale da alcuni si voleva pur trovare della malignità, perchè si credeva opera di persona invisa. Fu posto prigione l' autore, perchè si credeva che non lo fosse, e paleserebbe la persona. Frisi si presentò a difendere un uomo che era nelle carceri per di lui colpa. Si trattava della libertà d' un onesto uomo, e della sussistenza della moglie e dei figli, e del pericolo di perdere lo stipendio col quale campavano. Un uomo senza cuore e canto si sarebbe col silenzio posto al coperto della procella in cui soffiavano venti troppo potenti. Egli osò di presentarsi, tranquillamente, sostenendo non esservi le supposte malignità, e in ogni caso costituendosi egli colpevole se nella stampa da lui approvata v' era colpa. Si trovò volgarmente inopportuno un tal passo: i pochi uomini di animo integro non così giudicarono. Ciò gli cagionò molti dispiaceri. Io non racconterò varie altre simili inquietudini che dovette sofferire il sig. Frisi nella sua patria sino agli ultimi periodi della sua vita; queste vicende odiose meglio è coprirle a chi verrà dopo di noi. Le vite de' filosofi sarebbero la vera satira de' loro tempi se potessero scriversi, o si dovessero, con cinica libertà. Da Socrate sino a noi gli uomini sono stati ingiusti verso chi era voglioso d' illuminarli; e il sig. Frisi, persuaso poi con la sperienza, negli

ultimi anni di sua vita a nessun costo non volle più accettare ingerenza alcuna nè per acque, nè per fabbriche, nè per cosa consimile. Gli studi suoi, i suoi fratelli, i suoi amici (e ne aveva) occupavano i suoi pensieri interamente; e riguardo alla moltitudine ei soleva frequentemente ripetere, che tosto ch'egli avesse loro usata la cortesia di morire avrebbero parlato bene anche di lui; il che si è pienamente avverato. La verità sta ne' libri, e rare volte pure vi sta; l'uomo che ingenuamente la presenti nelle cose ordinarie della vita, peggiò poi negli affari, s'espone ad una pericolosa carriera. Mi guardi il cielo ch'io per ciò intenda di soffocare il generoso entusiasmo del bene che anima gli uomini più benefici della società! Cerco soltanto d'avvertirli, acciocchè stien preparati alle offese; e si consolino considerandole come un nojoso bensì, ma sicuro e costante testimonio del loro merito.

Dopo due anni da che insegnava la meccanica e l'idraulica ai giovani destinati alla professione d'ingegnere, egli chiese ed ottenne il permesso di vedere la Francia e l'Inghilterra; e questo viaggio lo fece l'anno 1766. Egli a Parigi ed a Londra visse co' primi uomini del secolo; girò per osservare i canali navigabili, e quanto aveva relazione all'Idraulica; volle vedere e informarsi di quanto può interessare un colto viaggiatore; e vi lasciò molti amici dove in prima aveva soltanto ammiratori. A Parigi per parte del ministro di Portogallo furongli fatte proposizioni assai onorevoli per indurlo a stabilirsi a Lisbona, dove si pensava sotto il ministero del Marchese di Pombal

d'invitare gl'ingegni a studi migliori; ma la famiglia, la patria, gli antichi amici furono preponderanti nel di lui cuore. In quell'anno venne ascritto alla Reale Accademia di Stockolm. Mentre egli era a Parigi vi giunsero due altri Milanesi, il sig. marchese Beccaria, che s'era acquistata la celebrità col suo libro de' Delitti e delle Pene, e seco lui mio fratello il cavaliere Alessandro, col quale accompagnatosi il nostro Frisi ritornò nell'Italia, indi a Milano, ove ei passava assai bene il suo tempo. Era alloggiato nel Collegio Imperiale diretto da' Barnabiti. Nessuna prescrizione monastica lo limitava. Un decente appartamento, la libertà di accoglervi in qualunque ora i suoi amici, e di visitarli, rendevangli caro quell' alloggio offertogli da' suoi colleghi; i quali a gara cercavano di rendergli accetto il convitto. Egli la mattina e la sera soleva consacrarla a più ore di studio, il che regolarmente fece nel restante di sua vita: esattamente faceva le sue lezioni: poi visitava le migliori società, dove per la prontezza del suo spirito, e per le amabili sue maniere era assai caro. Osservandolo tanto divagato nelle case, pareva impossibile che egli fosse l'autore delle gravi opere che di tempo in tempo pubblicava; e leggendo quelle opere medesime profondamente pensate pareva impossibile che il suo Autore vivesse buona parte della giornata quasi un uomo immerso nelle distrazioni. La noia era uno stato sconosciutissimo da lui; non appariva nemmeno ch'egli soffrisse qualora le profonde meditazioni de' suoi calcoli venivangli interrotte da chi entrava a visitarlo; non mai sarebbesi cre-

duto, alla serena e vivace accoglienza, ch'egli in quel punto abbandonasse la contenzione degli studi sublimi che stancano la mente ad ogni altro. Mentr'egli così viveva pubblicò in Milano nel 1768, il suo libro sulla Gravità, libro, che portò in fronte l'augusto nome di Giuseppe Secondo.

Quest'opera *De Gravitate* è divisa in tre libri. Nel primo trattasi della gravità de' corpi in generale. Nel secondo trattasi della gravità delle particelle della materia. Nel terzo della reciproca gravità. Il primo libro spiega la teoria del moto de' gravi, o liberamente cadenti, o scagliati, la teoria de' pendoli, delle forze centrali, ec. Il secondo libro esamina la figura della terra, le leggi della gravità, il flusso e riflusso del mare e dell'atmosfera, la librazione della Terra e della Luna. Il terzo libro tratta delle disuguaglianze de' moti de' pianeti. Il sig. D'Alembert, e il sig. Bezout, facendo alla Reale Accademia delle Scienze di Parigi una relazione di quest' opera, scrissero = *Quasi tutti questi oggetti vi sono trattati con metodi affatto nuovi, servendosi della sintesi quanto era possibile il farlo. Vi sono idee nuove sul principio della composizione delle forze, sul problema della più presta caduta, sulla oscillazione, e la percussione, sul moto delle sezioni coniche, sull'attrazione de' corpi sferoidici, sulle elevazioni e il tempo della marea, su l'aberrazione della luce tramandataci dai Pianeti.* È cosa che fa onore e a chi seppe rendere giustizia a un estero, riconoscendolo autore di idee e metodi nuovi su i massimi oggetti del sistema del mondo, ed alla nostra

patria, che produsse un cittadino dotato d'ingegno tale, da oltrepassare a questo segno i confini, e dilatare le umane cognizioni su tali argomenti. In quell'opera istessa trattò il nostro Frisi delle macchie solari, poste a varie distanze del sole; trattò pure incidentemente della luce zodiacale, e della variazione di essa; esaminò la teoria del vento fra i tropici e l'atmosfera lunare, quella de' pianeti, le altezze misurate col barometro, esaminò alcune inesattezze del gran Newton. I due celebri Accademici continuando la relazione aggiunsero = *L'Autore nel primo Libro espone per una strada inventata da lui la composizione de' moti di rotazione, e il metodo per trovare l'asse e la velocità di rotazione d'un corpo mosso da qualunque forza. Nel secondo Libro ei cerca qual figura debba avere la terra, supposta l'attrazione e supposto il moto diurno, e dalle osservazioni de' pendoli, e dalle diverse misure de' gradi ne deduce che la proporzione de' due assi della terra è come* 230 *a* 231, *e che l'acqua e la terra alla superficie sono meno dense d'un quinto che non lo è la media densità della terra. La precessione degli equinozj, la nutazione dell'asse della terra e della luna sono oggetti dilucidati nel secondo libro, e co' suoi metodi ne scaturiscono risultamenti conformi a quei che un Accademico* (il sig. D'Alembert) *aveva pubblicati. Si mostrano alcune inesattezze che Newton e Simpson avevano lasciate trascorrere nella soluzione di questi problemi. Nel terzo Libro il sig. Frisi abbandona il metodo di esprimere le disuguaglianze de' pianeti con una serie di coseni*

d'archi moltiplicati, e le esprime con le potenze de' coseni d'un arco medesimo, e con esso più comodamente calcola le disuguaglianze lunari, il moto de' nodi, e la variazione e inclinazione de' pianeti. Vi calcola il periodo della diminuzione della obbliquità dell'eclittica, e i limiti della massima e minima obbliquità. Con la teoria medesima dimostra che non potrebbero restare le orbite e gli afelj di Saturno e di Giove quai sono se la forza di projezione di Saturno continuamente non crescesse, e non decrescesse quella di Giove; quindi ciò non dovendosi supporre, ne accadrà, che il tempo periodico di Saturno crescerà e diminuirà quello di Giove. Noi crediamo che gli oggetti e il modo col quale vengono trattati in quest' opera meritino l' approvazione dell' Accademia. L'Autore si fa conoscere un grande Geometra, molto benemerito per l'Astronomia fisica, così i signori D'Alembert e Bezout. Il sig. Giovanni Bernouilli nella Raccolta per gli Astronomi, Tom. I, pag. 205, qualificò quest' opera sulla Gravità una delle più profonde ed utili opere in questa materia, che abbraccia tutta la fisica celeste, e con la maggior possibile chiarezza e brevità espone le più astratte teorie con metodi inventati dall' Autore: metodi de' quali l' applicazione ai casi riesce interessantissima. Sarebbe inutile fatica s' io raccogliessi i molti onorevolissimi attestati che ottenne quest'opera veramente esimia; poich' ella è bastantemente conosciuta dai matematici. Basti per tutti quanto ne stampò il sig. Bailly nella Storia dell' Astronomia moderna, Tom. III, pag. 208: *M. l'Abbé Frisi Géomètre d'Italie, a parcouru tous les*

sujets, a traité presque toutes les questions: le recueil de ses oeuvres est un traité lumineux et complet des phénomènes célestes; son ouvrage sur la gravitation est le seul où le sistème du monde ait été développé dans toutes ses parties.

Nell'anno medesimo, cioè nell'autunno del 1768, il nostro Matematico passò all'imperial Corte di Vienna dove presso le più eminenti persone venne distinto ed onorato. Fra queste debbo nominare pel primo il sig. principe di Kaunitz, che sentì vera stima per questo nostro concittadino; ravvisò lo spirito e il genio di lui; si compiacque di conversar seco; e conservògli sin che visse una ferma protezione. Quantunque il gius Canonico e le controversie di giurisdizione fra il sacerdozio e l'impero fossero materie affatto aliene dalla professione del nostro Frisi, vi fu chi volle ascoltarlo su tale argomento, che allora era uno de' primarj oggetti politici. Egli, istrutto com'era della Storia, dotato di chiarissime idee, si spiegò e scrisse anche, così comandato, con evidenza tale, che comparve nuovo un argomento cotanto dibattuto, e riuscì interessantissimo lo scritto suo. Alla opinione della sublimità del suo ingegno, provata dalle opere stampate; alla stima dello spirito, che ciascuno ammirò conversando con lui, aggiunse il nostro illustre Frisi le prove della somma illibatezza e generosità dell'animo suo, giacchè non solamente non volle chiedere grazia veruna, sebbene l'occasione di essere accanto al sig. Principe che seco lo condusse al suo castello d'Austerlitz gli somministrasse tutta l'opportunità;

ma nemmeno volle accettare una offertagli rimunerazione per risarcirlo della spesa del viaggio fatto a Vienna, poichè in tal guisa diceva egli che ne avrebbe perduto il merito. Ivi ebbe campo di frequentare il sig. Don Giovanni di Braganza, e il sig. cardinale Visconti, allora Nunzio a quella imperial Corte, il primo de' quali mantenne una amichevole corrispondenza con lui, e il secondo potè dargli contrassegno ancor maggiore della sua stima e benevolenza, interessandosi con felice successo per collocare canonico nella onorevolissima Basilica Ambrosiana il di lui fratello Don Luigi Frisi.

Ritornato nella patria, riprese il filo de' suoi studi, e oltre le assidue lezioni, ch'egli dava a' suoi uditori nelle scuole Palatine, pubblicò con le stampe di Parma, nel 1769, un Commentario sulla Teoria della Luna, concertato vicendevolmente coll'illustre astronomo ed amico sincerissimo del nostro Frisi il sig. Daniele Melanderhielm, svezzese: e non dimenticando l'importante studio delle acque, pubblicò un nuovo Trattato de' Canali Navigabili, dedicato al ministro plenipotenziario sig. conte di Firmian, l'anno 1770. Le Accademie di Copenaghen e di Berna in quell'anno scrissero nel loro catalogo il nome del sublime ed instancabile nostro Matematico. Ma dalla placida occupazione degli studi venne circa a que' tempi distolto il nostro Frisi per diverse pubbliche commissioni di cui fu incaricato. Venne egli chiamato a Roveredo per decidere una questione dipendente da un filatojo mosso coll'acqua, e provvedere l'acqua da bere; quindi passò a

Trento per una chiusa al Torrente Fersina; poi fu spedito dal sig. Duca di Modena a visitare le montagne fra Modena e Pistoja, per costruirvi la nuova strada; poscia dal reale Governo di Milano fu inviato nel Cremonese per esaminare un progetto di navigazione dall'Oglio all'Adda sulla Delmona; e di poi venne adoperato per eseguire lo spurgo del Naviglio nella città di Milano. Fece un piano pel Collegio degl'Ingegneri, così comandato. Fece altro piano, comandato pure, per la Specola di Brera. Rispose a quesiti che gli vennero fatti sul nuovo Acquedotto di Genova. Visitò il fiume Tresa, e giudicò della possibilità di riunire economicamente i due Laghi di Lugano e Maggiore con questo emissario. Queste furono le varie commissioni che lo frastornarono dal corso de' suoi studi dall'anno 1769 al 1774. La fatica maggiore ch'ei sostenne allora fu nella livellazione e disamina di vari progetti di Canali navigabili del Milanese a ciò deputato dal Reale Governo per insinuazione della Imperial Corte.

È degno di memoria ciò ch'egli fece a Roveredo. Si volle a lui deferire il giudizio di una questione, che involgeva interesse di due parti litiganti. Trattavasi di definire se un sostegno posto recentemente in un fiume attraversandolo, rallentasse il moto superiore dell'acqua a danno d'un mulino già collocatovi. Lo asseriva il proprietario del mulino, lo negava l'interessato nel nuovo sostegno; e intendeva di dimostrare insussistente il reclamo, giacchè dalla livellazione erasi provato che il pelo dell'acqua immediatamente passando sopra

del nuovo sostegno riusciva più basso, non solamente del pelo d'acqua di contro al mulino, ma più basso ancora del fondo stesso del fiume preso sotto la ruota del mulino. Era dunque mestieri decidere, se un sostegno inferiormente collocato, e più basso del fondo d'un'acqua movente una ruota, potesse danneggiare il movimento di essa ruota e rallentarla. In mezzo all'impegno delle due parti, dalle quali difficilmente potevasi aspettare una convinzione coll'addurre le teorie, il nostro sig. Frisi con uno di que' semplicissimi ritrovati, che sono propri dell'uomo grande, terminò la questione. Dispose che si tignesse di bianco un raggio della ruota a fine di potersene da ciascuno facilmente contare le rivoluzioni. Poscia portatosi con le parti contendenti di contro al mulino, avendo varj oriuoli gli astanti, si fecero replicate osservazioni sul numero delle rivoluzioni che faceva la ruota in un minuto di tempo. Poichè tutti furono concordi nel fatto, e che tante e non più rivoluzioni faceva la ruota nello stato d'allora, ordinò che si togliesse il sostegno inferiore, e contate poi le rivoluzioni tolto quell'impedimento, ripetutamente contate ognuno vide che maggior numero di rivoluzioni faceva la ruota nel secondo caso. Conobbe allora ciascuno che veramente il nuovo sostegno pregiudicava, e venne tolto; e si scoprì in tal guisa un paradosso di più nell'idraulica. Così risparmiando a sè medesimo l'odiosità di pronunziare un giudizio, ingegnosamente operò in modo che quasi spontaneamente la verità si manifestasse ad ognuno.

Ma nei canali navigabili progettati nel Milanese non fu possibile l'evitare l'urto delle opinioni. Somme fatiche sopportò il Frisi facendo più livellazioni, e segnatamente quella da Milano a Pavia. Molte visite e livellazioni fece sull' Adda, e sul canale che si è poi scavato a Paderno. Egli introdusse l'uso del livello a cannocchiale non senza contrasto dei vecchi ingegneri. Ma queste fatiche, queste brighe trasportarono il nostro Matematico dal campo delle scienze, ch'ei signoreggiava pacatamente, nel vortice degli affari, ove trovossi esposto all'impeto d' interessi ed opinioni, le quali più volte gli fecero bramare il ritorno ne' tranquilli suoi studi. Cosa ei pensasse e sul progettato Canale di Milano a Pavia, e sull'eseguito a Paderno, ognuno può conoscerlo nel libro della Meccanica ch' egli dedicò, nel 1783, al sig. ministro plenipotenziario conte di Wilzeck. In mezzo a questi laboriosi ed ingrati doveri egli si consolava nella società degli amici, e si ricoverava di tempo in tempo nella solitudine, ove con la scorta della più sublime matematica penetrando ne' secreti del sommo Artefice, non per anco conosciuti dagli uomini, contemplava la maestosa fabbrica dell' universo, e assoggettava al calcolo le leggi del moto de' corpi celesti. Il frutto di sì profonde e memorabili meditazioni comparve alla luce dalle stampe del Marelli in Milano l'anno 1774, coll' Opera intitolata: *Cosmographia Physica et Mathematica* (1). Quest'opera vera-

(1) Può ricordarsi come una curiosità che Gemma Frisio, matematico di Lovanio, stampò in An-

mente sublime dimostrò più che mai ai matematici d'Europa qual precisione di idee, qual nitidezza d'immaginazione, qual forza e perspicacia d'ingegno possedesse il nostro Frisi. Da molti e diversi elementi risalire all'unità del principio; dalla unità del principio scorrere con rapido e sicuro passo sulle diramazioni che ne derivano. Nulla ommettere: tutto rappresentare, conoscere, calcolare con eleganza; inventare quasi ad ogni tratto nuovi metodi; manifestarsi signore della geometria ugualmente e del calcolo; e quella delle due strade trascegliere per cui potevasi ottenere chiarezza e brevità maggiore: con dimostrazioni quasi tutte sue, esporre sotto di un nuovo aspetto la teoria del cielo; e ciò con agevolezza svolgendo, e maneggiando maestrevolmente gli oggetti in modo da comprendere in brevi dimostrazioni le più feconde e grandi verità: tale fu il carattere che si riconobbe in questo grand'uomo, creato dalla Provvidenza per vantaggio e accrescimento delle umane cognizioni. Io non riferirò l'analisi di questo compiuto trattato di Astronomia, perchè non mi sento forza per degnamente scriverne, e perchè talmente è conciso l'Autore, che volendosi raccontare la serie delle verità grandi, che ci ha fatte conoscere, si rischierebbe di scrivere poco meno di quanto egli fece; es-

versa nel 1584 una Cosmografia intitolata, *Cosmographia sive universi Orbis descriptio.* Questi due libri non si rassomigliano per altro se non pel titolo e pel nome dell'Autore. Sono due secoli distanti nel tempo, e più forse nella ragione.

sendo la sua maniera di dimostrare tanto rapida e precisa, che il raccontare cosa abbia dimostrato occuperebbe talvolta spazio maggiore della dimostrazione. La Cosmografia è un' opera che non può essere compendiata. Quest'opera comparve in due volumi in quarto. Il primo dall'Autore fu dedicato alle Accademie che l'avevano associato, fra le quali allora appunto s'annoverò quella di Upsal. Il secondo lo volle indirizzare ad alcuni matematici suoi intimi amici, cioè al conte Radicati, al cavaliere Mozzi, al cavaliere di Keraillo, a sig. di Sejour, al vescovo inglese Walmesley, e al sig. Melanderhielm.

Con la abolizione de' Gesuiti il Collegio dei Nobili di Milano mancava di chi lo dirigesse; e il reale Governo sostituì loro i Barnabiti, i quali erano abituati a dar educazione a' giovani Nobili nel Collegio Imperiale ove stava l'alloggio del nostro Frisi. Poi si trovò superflua la separazione di due nobili collegi cessata l'emulazione, che forse poteva essere utile quando erano due ceti distinti a regolarli. Il Collegio Imperiale venne destinato ad altro uso, e i nobili educandi vennero trasferiti tutti alla casa de' Gesuiti. Questa inaspettata rivoluzione pose in molto imbarazzo il nostro Matematico, il quale dovendosi portare ogni giorno alla Università di Brera per le funzioni della sua cattedra, alle quali non mancava giammai, non aveva opportuno ricovero nelle case del suo Ordine. Non v'era comodo collocamento nel Collegio de' Nobili, disordinato per la fabbrica che vi si stava facendo. Il Collegio di S. Alessandro appena basta al ricovero di quei degni Padri,

che vi alloggiano. L'altro Collegio di S. Barnaba potea prestar albergo al nostro Matematico; ma tale situazione sarebbegli riuscita sommamente incomoda, massimamente ne' mesi d'inverno, attesa la distanza di quel Collegio dall'Università. Volle così la necessità ch'ei pensasse a trovarsi alloggio nella sua famiglia, e conseguentemente a porsi quel vestito per cui non fosse indecente l'alloggiarvi. Non aveva egli mai avuto pensiero di uscire dalla Congregazione de' Barnabiti, fra i quali viveva benissimo, e dai quali era sinceramente stimato ed amato. Nel Collegio Imperiale egli stava decentemente alloggiato e libero perfettamente. Il maggior numero dei suoi amici era fra i Barnabiti, che sentivano il pregio d'avere un collega tanto illustre e buono, al quale, oltre la gloria che ne derivava all'Ordine, erano debitori dell'incremento de' buoni studi coll'esempio non meno, che con le istruzioni. Il nostro illustre Frisi nemmeno pensò mai sotto il facile pontificato di Clemente XIV di cambiare vestito, giacchè egli amava di vivere co' suoi colleghi, e non fu poco l'imbarazzo per lui di dover pensare a far casa da sè, e cambiare quel genere di vita che passava tranquillamente. Pure l'accennata soppressione del Collegio Imperiale lo sforzò a implorare la protezione del sig. principe di Kaunitz, la quale con replicate istanze ne' principj difficili del pontificato del regnante Pio VI finalmente gli ottenne la facoltà di vestirsi da prete, e dipendere dall'arcivescovo sin che gli durasse la carica di Regio Professore. Questa mutazione accadde nella primavera dell'anno 1776, e si portò a convivere

con la rispettabile sua madre, una sorella, e tre fratelli, formandosi una famiglia di sei persone, la quale disgraziatamente in otto anni si è ridotta ai due soli signori canonici che oggi vivono. Quantunque però sottratto dalla dipendenza, egli si considerò sempre come Barnabita. Frequentava i collegi della sua congregazione; animava con la sua presenza le loro funzioni scolastiche; ne' giorni solenni seco loro si portava a convivere; e ne' tempi, nei quali la Chiesa rammemora la Passione, egli andava a celebrarne i sacri riti co' suoi colleghi, fra i quali trovò amici per la sua gloria e felicità sommamente interessati. Mentre ei venne chiamato dalla Repubblica di Venezia per esaminare alcuni progetti sulle acque della Brenta, egli propose per sostituto alla sua cattedra il P. Racagni Barnabita, uomo di cui il nostro Matematico aveva vera e sentita amicizia. Poscia in altra occasione dovendo pensare a supplemento per malattia, e non potendolo il P. Racagni, occupato nelle cariche dell'Ordine, ei propose il P. Salvioli, pure Barnabita, di cui aveva opinione distinta. Egli fu che fece conoscere il valor matematico del P. D. Mariano Fontana Barnabita, e contribuì a collocarlo in una regia cattedra. Nella meschina e affatto popolare ostilità, che ebbe a soffrire il nostro illustre cittadino nella sua patria per le Effemeridi (1), fra i Barnabiti trovò impe-

(1) S'ingannò il Giornalista Pisano. La disputa non ebbe origine pel silenzio degli Effemeridisti. L'ebbe perchè asserirono indirettamente che il sig. abate Frisi non avesse fatto nulla nel problema

gnati amici della verità e del merito. Nella sua ultima malattia dai Barnabiti ebbe le più amichevoli offerte d'alloggio, di soccorsi d'ogni sorta, non accettate gli è vero, ma corrisposte dalla più sincera riconoscenza, avendo voluto nelle ultime angustie della vita l'assistenza dei suoi colleghi. Credo opportuna la memoria di questi fatti, perchè provano che le comunità religiose non sono sempre quali le suol dipingere la maligna incredulità, e provano a un tempo stesso la costanza e la bontà del carattere intrinseca al nostro Frisi.

Ho accennata la commissione di Venezia, ove fu chiamato nella state del 1777. Nelle Instituzioni della Meccanica, ristampate nel 1783 in Milano dal Galeazzi, si può conoscere lo stato di quella questione. Egli fu distintamente premiato da quella Repubblica. Ma le fatiche fisiche di livellazioni ivi fatte sotto il cocente raggio del sole; la febbre delle opinioni ed interessi, ancora più faticosa a sofferirsi per un uomo avvezzo a ricercare la verità con rapidi e sicuri metodi, ad annunziarla con fermezza senza cautela ed industria, posero colmo al disgusto ch'egli aveva già concepito per gli affari pubblici; per modo che ricusò poi ogni altra commissione, benchè richiesto, e per affare privato a Piacenza, e per affare del comune da una città illustre negli Svizzeri; e tal determinazione era sì ferma in lui, che nessun riguardo più mai non l'avrebbe indotto

della precessione degli equinozi. La questione è trattata nella *lunga Lettera* data allora alle stampe, e nella lettera stampata del P. Jacquier.

a dipartirsene, pretestando egli la salute non più così ferma come negli anni passati. Quella di Venezia fu veramente l'ultima commissione che egli eseguì; e prima aveva diretta in Milano la costruzione de' Conduttori posti all'archivio pubblico per ordine del Reale Governo; il che non per altro debb' essere ricordato, se non perchè anche in questo egli ebbe il merito di far conoscere il primo agli occhi del pubblico nella patria questo preservativo dai fulmini, sul quale stampò anche una Memoria in quell'anno, 1776, uscita dalla Officina del Galeazzi.

I servigi che prestò alla patria l'ottimo nostro cittadino non furono pochi. Egli coll'esempio, con le lezioni, cogli scritti fu il primo che scosse dal sonno la nazione, presso la quale inutilmente s'era mostrata la immortale donna Maria Agnesi, sottrattasi nella solitudine alla indifferenza de' cittadini, e consolatasi con le opere di pietà, per non aver trovata altra ricompensa ai voli del sublime suo ingegno fuori che la fama presso gli esteri. Erano ignote le nuove scoperte nelle scienze fisiche e matematiche. Il pensare era un vizio, lo studio era imparare i pensieri altrui. Imitar Cicerone nel giro e nella scelta delle parole; porsi in mente un numero grande di leggi ed opinioni di dottori; esercitarsi a sostenere con animo imperterrito, e contro qualunque evidenza una opinione scolastica. Questi erano i pregi, e quest'era il piano d'educazione pubblica in que' tempi, peggiori assai di quelli che avevano preceduto; poichè lo studio della erudizione e della critica (de' quali i nostri

Padri ci hanno lasciati onorati monumenti) era derelitto alla metà di questo secolo, quando il nostro Matematico fece rivolgere verso Milano gli sguardi de' filosofi d'Europa. Egli il primo affrontò sulla cattedra e con le pubbliche tesi le superstizioni, le stregherie, e simili errori. Sostituì alle opinioni scolastiche le verità dimostrate; alle frivole questioni la cognizione del cielo, e de' fenomeni terrestri; all'araba dialettica l'infallibile calcolo. Ne' Barnabiti si moltiplicarono i buoni studi; nella città si dilatarono. Posto ad insegnare la meccanica, l'architettura e l'idraulica agli alunni ingegneri, ora ci lascia un collegio in buona parte di suoi discepoli; i quali operano per principj, e possedono la scienza loro a onore non meno che a utilità della patria. Fra le benemerenze di lui merita pure distinta memoria la bontà con la quale accolse sempre i giovani di talento e studiosi, e l'impegno col quale aiutò sempre i progressi della coltura. Quella gelosa freddezza, che ai giovani non per anco formati mostran talvolta gli uomini di qualche nome nelle lettere, non fu mai nel nostro eccellente cittadino. Ei si faceva un pregio di contribuire alla fama altrui. Il libro dei Delitti e Pene del sig. marchese Beccaria egli lo fece conoscere a Parigi, inviandone un esemplare al sig. D'Alembert. Ei fu sedotto dall'amicizia che aveva per me, e volle far altrettanto di qualche altra mia produzione. Egli animava gli amici a scrivere, a ripassare le cose loro, e darle alla luce, e tutte le di lui premure tendevano a promovere l'onor nazionale e la coltura della patria. Ma questo stesso principio

doveva renderlo alieno dal lodare la mal fondata ambizione di alcuni, che pur credevano d'essergli uguali, perchè avevan dato essi pure un libro alla stampa; libri dimenticati un momento dopo, come i fogli delle novelle; de' quai libretti v'era, anni sono, la smania di produrne, e questa indifferenza di lui andava poi formando uno stuolo di persone poco amiche del nostro Frisi, che avrebbero voluto poter mostrare di non averne stima appunto, perchè, avendone somma, lor malgrado non eragli riuscito di meritarla da lui. Quai fossero le eccellenti lezioni ch'ei dava ai giovani ingegneri ognuno l'ha potuto conoscere dalle *Instituzioni di Meccanica, d'Idrostatica, d'Idrometria, e d'Architettura Statica e Idraulica ad uso della Regia Scuola eretta in Milano per gli architetti e gli ingegneri*; opera che egli stampò in Milano presso il Galeazzi, 1777, sotto gli auspicj del reale arciduca Ferdinando, governatore; opera per cui l'augusta Maria Teresa con onorevole Dispaccio ordinò una gratificazione all'Autore. Comincia l'Autore dalle teorie del moto uniforme o variabile; spiega i principj della composizione o risoluzione delle forze; della discesa libera de' corpi ne' piani inclinati; della progressione delle curve; del moto de' pendoli; della projezione; dell'equilibrio; del centro di gravità: poi ci presenta una eccellente teoria sull'uso delle macchine semplici e composte; indi applica i principj alla teoria della meccanica, cioè all'architettura statica; dà una nozione degli ordini d'architettura; tratta della solidità reale e della apparente; della resistenza de' corpi solidi; degli

architravi; de' tetti; della resistenza de' chiodi e delle catene; della tensione delle corde; del taglio delle pietre per le vôlte; della spinta delle vôlte (1). In seguito applica all'idrostatica le leggi dell'equilibrio, de' fluidi; tratta del livello di essi; della pressione; della gravità specifica, e dei vari problemi da essa dipendenti; tratta dell'equilibrio dell'aria col mercurio; delle misure delle altezze col barometro, del livello reale ed apparente. Passa quindi all'idraulica: insegna la cagione del moto dei fluidi, e tratta del modo di calcolarne la velocità, esaminando i metodi de' più illustri matematici. Tratta delle acque correnti; de' migliori stromenti per paragonarne la pressione, da cui dipende la velocità; spiega la resistenza dell'acqua, e la diversa velocità delle acque correnti, alla superficie de' fiumi ed al fondo.

(1) Il Giornale Pisano dice che in quest'opera l'abate Frisi confuta a torto i metodi dati da Belidor, Couplet, e Bossut per calcolare la spinta delle vôlte. Siccome però il metodo del Bossut dà risultamenti diversi dal metodo degli altri due, così evidentemente se ne deduce che non sono veri entrambi questi metodi, e che con ragione si può asserire che uno di essi è fallace. Se poi un geometra ridurrà quel problema al caso della leva, o del cuneo, o del piano inclinato rimarrà convinto che i metodi del Belidor, del Couplet, e del Bossut sono fallaci, o meritavano d'essere, come furono, confutati. Lo stesso Giornale rileva l'espressione assoluta della forza centrifuga data dal Frisi, il quale ha forse data una significazione troppo estesa alle formole differenziali del moto variabile, il qual difetto gli è comune con altri matematici di prima sfera. *Annotazione d'un Anonimo.*

Dopo ciò, con viste generali e con molta erudizione, tratta della direzione de' fiumi primarj, e delle diverse materie che seco portano. Poi ragiona di vari fiumi d'Italia, e di vari canali navigabili, e sopra tutto dei milanesi. Non omette però quei di Francia, Fiandra, Spagna, Inghilterra, Svezia, ecc. L'imboccatura, la pendenza, la qualità de' sostegni, le macchine migliori per ispurgare il fondo; e simili oggetti sono discussi con mano maestra, con luminosi tocchi. Il Giornale di Bouillon, annunziando quest'opera, la chiamò *digne fruit du travail d'un de plus savans Mathématiciens de l'Europe, et très-assurement du plus utile Professeur de l'Italie.*

Le opere che aveva date alla luce il chiarissimo nostro cittadino, l'avevano palesato un sovrano ingegno nelle matematiche, e nella fisica celeste e della terra. Un' altra celebrità doveva egli acquistar poi, mostrandosi elegante scrittore, critico illuminato, e uomo di molta erudizione. Rimasero maravigliati non pochi, allorchè comparve alla luce il primo saggio di colta letteratura del nostro Autore, che fu l'Elogio del Galileo, dedicato al reale granduca arciduca Leopoldo (1), il qual sovrano si degnò di conservare nel ruolo della Università di Pisa il sig. Frisi, alla cattedra

(1) Il primo Elogio che scrisse il sig. Frisi fu quello di Gabriello Manfredi, ma siccome venne stampato unitamente alle Dissertazioni pubblicate in Lucca, così passò per le mani di minor numero di lettori, e quello del Galileo comparve come il primo.

stessa ove aveva seduto il Galileo. In quest' Elogio ammirano i dotti la scienza non meno che l'erudizione dell'Autore, che luminosamente presenta lo stato in cui Galileo trovò le umane cognizioni; i mezzi co' quali s'avvide degli errori comuni, la sagacità con cui seppe rintracciare il vero e sostituirlo ai venerati sogni; gli equivoci inseparabili dai primi tentativi ove il Galileo medesimo traviò talvolta; le inquietudini che questo grand' uomo soffrì; in una parola, l'analisi dell'ingegno e delle benemerenze del Galileo. Sul conto delle amarezze, le quali sofferse Galileo, così si esprime = *In quest' ammasso d'idee e di pregiudizi; di raziocinj e di passioni; di virtù e di vizi, che avvolgono il genere umano, i genj rari e sublimi, non avendo mai il disprezzo, hanno sempre la emulazione, e qualche volta il livore e la rabbia degli uomini più volgari ... Da Socrate sino a Galileo erano divenute comuni le doglianze degli uomini di lettere, d'avere nella lor patria minor considerazione che altrove.* = Questa maniera di scrivere non si aspettava da un uomo che supponevasi unicamente occupato nelle proporzioni delle quantità. Alcuni gazzettieri, non potendo criticare le altre opere di lui, benchè scritte in lingua da essi non intesa, si scagliarono contro lo stile di questa; e perchè in vece di scrivere declamazioni o antitesi, maestrevolmente seguiva la placida ragione, pretesero di trovarlo freddo e stentato; e, quasi mancasse egli di talento per le lettere, procurarono di screditare questo genere di eloquenza. Il Frisi compose l'Elogio del gran Newton, lo fe' stampare in Milano

dedicandolo alla reale arciduchessa Beatrice. Quest' Elogio è scritto con energia e con eloquenza superiore ancora a fronte di quello del Galileo. Il solo esordio lo annunzia: *L' uomo virtuoso, l' uomo sensibile, l' uomo ragionatore, leggendo e considerando le storie delle antiche nazioni, e trovandovi una lunga serie di vizi, di barbarie, e d' errori s' alza molte volte dai libri, sdegnandosi e rattristandosi con la stessa sua specie. Per poterne formare una idea migliore, e trovar degli oggetti più consolanti, bisogna che si rivolga alla storia degli uomini di lettere. La sacra luce della verità non è spuntata che lentamente nelle civili società... Da per tutto vi sono state carnificine e carnefici. Non vi è parte ancora più piccola del corpo umano, in cui non siasi trovata l' arte di portare i dolori più acuti. Non vi è prodotto, non vi è elemento della natura che non siasi variamente impiegato per rendere l' altrui morte più lenta, e la vita più tormentosa, ecc....* Anche in quest' opera traspare la sensibilità del nostro Autore; come suol dirsi de' pittori, che nelle loro figure qualche imitazione sempre vi pongono della loro propria fisonomia, così gli uomini di lettere forz' è che lascino conoscere il loro animo nei loro scritti. *Il Galileo*, dic' egli, *fu lungamente perseguitato; il Cavalieri, il Cassini, il Grandi non ebbero obbligazione alcuna alla patria: tant' altri illustri Italiani vissero nella mediocrità, e non furono onorati generalmente che in morte. Il Newton fu conosciuto e onorato da tutta la sua nazione sino dalla prima gioventù.* Il nostro Frisi poteva aggiugnere il

suo nome, come degno collega di quegl' illustri Italiani; sentiva di aver con essi una condizione comune, e il vaticinio si è compiutamente avverato con la di lui morte. In altro luogo di quell' Elogio, parlando degl' Italiani, dice: che gli esteri non faranno mai giusto calcolo del valore degl' ingegni italiani, sintanto che unicamente paragoneranno le scoperte e gli scritti; convenendo inoltre calcolare la mancanza di aiuti, e le somme opposizioni che si sono dovute da noi superare. Vari dispiaceri ebbe poscia à sofferirne il nostro Autore, e direttamente e di riverbero, siccome accade; e questi giunsero a tal segno, che si tentò di cautamente insinuare nella mente di molti l' opinione dell' equivoco suo merito sulle scienze sublimi; opinione la quale però non potè generalmente prevalere: benchè la celebrità presso gli esteri, i premj delle Accademie d' Europa, le medaglie di vari monarchi speditegli, l' aggregazione alle più illustri Accademie erano fatti che s' andarono giornalmente rinnovando sino all' ultimo anno della sua vita. A questa elevazione era egli salito interamente col proprio ingegno, e cominciando la carriera con mancanza di quegli appoggi ed aiuti che potessero ottenergli alcuna predilezione. Pure non si mancò di spargere dubbi sulla di lui scienza; e cinque anni prima della sua morte, avendo sofferta una malattia grave, non si risparmiò di pubblicare aver egli perduto il vigore della sua mente; alla quale calunnia egli non rispose altrimenti, se non componendo e pubblicando il suo Trattato d' Algebra.

Alcuni riconobbero la vera pittura de' sentimenti dell' illustre Autore in vari tratti ch' egli innestò nell' Elogio del Cavalieri, ed io ne accennerò alcuni: *Non si possono mai abbastanza commendare quegli uomini*, dic' egli, *che avendo forze sufficienti per metter mano a delle opere primitive originali, sanno poi ancora discendere a delle altre opere puramente elementari ed istruttive. Nelle prime danno essi a conoscere la superiorità dello spirito; nelle seconde manifestano ancora i più dolci sentimenti del cuore, la delicatezza, l' onestà, la premura di corrispondere all' obbligo de' propri impieghi.* Tale egli era nella scuola, e i valorosi giovani che sono nel Collegio degl' Ingegneri ne fanno la prova. Sembra di vedere l' anima ferma del nostro Frisi leggendo quella *Dura condizione di guadagnare i suffragi pubblici con la subordinazione sino delle opinioni!* Egli non tradì mai la verità, e non simulò mai opinioni o sentimenti. L' animo suo era essenzialmente retto, benefico e semplice. *La rivalità, il sospetto*, dic' egli, *l' invidia* (*ignobili passioni*) *non arrivano ordinariamente sino a quei genj primarj, che avendo ben meritata la pubblica estimazione, non hanno bisogno alcuno di guadagnarla sugli altri. Essi rispettano ciò che devono, stimano ciò che possono, e si rendono insieme tra loro tutte le pubbliche testimonianze del merito e della virtù.* Egli in fatti in tutte le opere volle tribuire luminosamente giustizia al merito di ciascuno; e non solamente cavò dall' obblivione il nome del nostro Cavalieri, onore della patria, ma anche della

signora Agnesi ne scrisse in quest'Elogio, qualificandola d'aver ridotte a maggiore chiarezza e semplicità, e d'aver legate insieme tutte le scoperte analitiche. Parve ad alcuni che nemmeno a caso egli avesse posto il tratto seguente: *I vicini e i coetanei possono essere qualche volta inconsiderati o anche ingiusti; ma la posterità non lo è mai.* Molta somiglianza si trovò fra la situazione dell'Autore e quella del suo oggetto. *Bonaventura Cavalieri nacque in Milano nel* 1598. *Esso era d'una famiglia nè nobile, nè ricca. Non aveva nè protezioni, nè appoggi. Era d'un temperamento tranquillo e placido, e portato naturalmente agli studi. In simili circostanze molti altri Italiani scelsero la vita claustrale;* e più ancora vi si riconobbe nel tratto seguente: *I confratelli coi quali viveva nel Collegio di Pisa cercarono di distoglierlo dagli studi geometrici o matematici. Dicevano essi che questi profani studi sono estranei a coloro che vivendo ne' chiostri devono unicamente occuparsi degli oggetti superiori della religione, e delle altre cognizioni che vi appartengono. Non sono svanite dopo quel tempo simili idee. Non si è arrivato così presto, nè così generalmente ad intendere che tutte le verità si collegano insieme le divine e le umane. Ancora ai tempi nostri si sono intimate da alcuni superiori claustrali delle proibizioni di non attendere ad altri studi che a quelli della volgare filosofia e della teologia. Tali proibizioni non risguardavano però che un giovine coraggioso, e non servirono che a maggiormente infervorarlo nella carriera di già in-*

trapresa. Ho creduto bene di trascrivere questi squarci, i quali mostrano i sentimenti dell' Autore, ne manifestano con evidenza il carattere, e bastano soli a pelesare qual fosse il di lui merito come pensatore e uomo di lettere; mentre l' analisi che fa delle scoperte fisiche e matematiche del Galileo, del Newton e del Cavalieri lo palesa uomo che poteva orizzontalmente rimirare quegli oggetti, e da vicino contemplarli, laddove la parte anche più colta della specie nostra gli ammira elevati e rimoti.

Ho accennata la grave malattia che il Frisi sofferì cinque anni prima della sua morte, cioè l'anno 1779. Egli la sopportò con una superiorità d'animo esimia, a tal segno che, quantunque per tre mesi si trovasse in quello stato, non mai volle giacere a letto. Somma debolezza, aridità di fauci tale da non poter inghiottire senza l'aiuto di continui sorsi d'acqua; la sordità, a cui sin dalla gioventù fu soggetto, accresciuta notabilmente in quel periodo; la febbre; tutta questa comitiva d'incomodi non bastò a turbare la serenità del di lui animo, non ad esprimere querele dalla bocca di lui, che gustava come poteva la società degli amici, ed anche in quello stato si distraeva con la lettura e con lo studio. Si dubitò che questa malattia fosse cagionata dalla impressione sofferta nel ritornare due anni prima dalla commissione di Venezia, allorchè tra Brescia e Palazzolo venne assalito da' ladri di strada. Ma anche in quel disgraziato incontro ci conservò un sangue freddo, ed una tranquillità di animo veramente mirabile; e tale, che a me non pare

che questo fatto fosse cagione del male che poi ebbe a sofferire. Ritornava da Venezia in compagnia del sig. canonico teologo suo fratello il nostro Frisi nel mese di ottobre del 1777. Dopo aver pranzato a Brescia il giorno 22 correvano la posta alla volta di Milano. Eranvi ancora due ore prima che finisse il giorno. Avevano un domestico. Improvvisamente si videro uomini armati alla testa de' cavalli e al calesse. La cosa, sebbene non aspettata, era chiara al primo presentarsi: l'abate Frisi fu il primo tranquillamente a dar loro notizia: *Siete fortunati*, diss' egli, *ecco una borsa con settanta zecchini*, e la consegnò loro. Vollero l'oriuolo, ed egli tranquillamente lo cavò; e siccome stava egli rimirandolo prima di darglielo, e i ladri volevan sollecitamente averlo, con mirabile indifferenza disse loro: *Ma lasciate almeno che anch' io veda che ora è... sono le ventidue... prendete.* Coloro in seguito gli rubarono persino le fibbie delle scarpe, ed un cammeo che aveva in dito con la testa di Galileo. Al fratello fecero spoglio uguale. Ritrovatosi con le scarpe slacciate, e senza alcuna moneta, o valore, si fe' condurre in quell'arnese dal conte Duranti nella sua villa di Palazzolo. Ivi per avêr cortesemente albergo e danaro non ebbe bisogno d'altro che di dire il suo nome. La notte vi dormì placidamente; e venuto a Milano, raccontò questa vicenda con tanta indifferenza e grazia, che non sembrò nemmeno che fossegli accaduta cosa di suo disgusto. Egli vedeva tutto dal buon aspetto: e forse questa qualità sociale fu cagione di precipitare i suoi giorni; poichè non

valutando egli gl'incomodi, sin tanto che non erano ridotti ad un grado da non potersi sopportare, e non parlandone egli mai, anzi nemmeno volendo ammettere di averne, trascurò di prevenire gl'inconvenienti che terminarono poscia immaturamente la sua vita, e privarono le scienze degli ulteriori progressi, coi quali le avrebbe sempre più arricchite.

Oltre la medaglia d'oro che aveva avuta in premio dal Re di Prussia, la collana e medaglia d'oro che poi ebbe in dono dall'augusto Giuseppe Secondo, allora arciduca; la medaglia d'oro coll'impronto del Re di Danimarca in premio della Dissertazione sulle Variazioni del moto de'pianeti coronata dalla Reale Accademia di Copenaghen; altra medaglia pure d'oro avuta in dono dal Re di Svezia, da cui v'era luogo da sperare che lo decorasse dell'Ordine della Stella Polare, singolarmente dopo la conversazione sommamente graziosa che quel sovrano ebbe col nostro Frisi assai lungamente nel passaggio che fece per Milano (1); oltre il premio di Parigi, e l'*accessit*, e il premio che riportò l'anno prima di morire dalla Imperiale Accademia di Pietroborgo. Oltre la considerazione che mostrarono per esso i più distinti personaggi che passarono per Milano, l'augusta Maria Teresa volle dal trono onorare il nostro illustre Cittadino con un Dispaccio del primo settembre, 1777. Dichiarò quella sovrana la considerazione sua verso del professore abate D. Paolo Frisi, riconoscendo il valore di esso nella teoria non

(1) Il giorno 21 maggio 1784.

meno che nella pratica; e le utili istruzioni d'Idraulica e d'Idrometrìa, con le quali andava educando gli alunni ingegneri, per la quale benemerenza comandò che gli venisse pagata una rimunerazione straordinaria di cento zecchini. Quasi contemporaneamente, cioè il 3 ottobre, 1777, il Senato veneto in *Pregadi* fece il decreto col quale assegnò al nostro Frisi cinquecento zecchini di retribuzione, per l'opera da esso prestata *con la più desiderabile diligenza* nella commissione della Brenta, e ciò in riguardo *alla fama e celebrità* del Professore. Tali furono le espressioni di quel sovrano decreto. Gl'invidiosi, i malevoli, lor malgrado erano costretti a contenersi; e questi applausi de' sovrani, e degli esteri risarcivano abbondantemente il nostro Matematico, e facevano ch'ei non curasse punto la indifferenza del volgo de' suoi concittadini. Egli sempre più andò stringendo il numero delle case nelle quali viveva; e negli ultimi tempi egli si limitò alla società degli amici, non molti, ma veri e degni di lui, nella quale giocondamente passava le ore che gli rimanevano disoccupate da' severi suoi studi e dalle meditazioni sue profonde e sublimi. Sebbene per pensare non è sempre mestieri d'essere solitario nel gabinetto con la penna o col libro alla mano, gli uomini di studio acquistano fors'anco la parte migliore delle cognizioni senza un tale apparato. Il nostro Frisi era singolare in questo proposito. Egli ritrovava spesse volte ne' sogni la soluzione dei problemi più ardui, e l'invenzione de' metodi più semplici ed eleganti. Istrutto da tale spe-

rienza, e molte volte accertatone, solea scorrer la sera gli elementi del problema che aveva a risolvere; e coricatosi, piena la mente di quelle idee, ritrovava, dormendo, la soluzione, ed al primo svegliarsi la mattina stendea in fatti il problema ridotto alla sua forma, la quale singolarità non io soltanto più volte l'ho da esso ascoltata, ma gli amici di lui del pari la sapevano.

Se nelle molte sue opere erasi mostrato sublime geometra, astronomo, idraulico, meccanico, il nostro Frisi, se cogli Elogi del Galileo, del Cavalieri, e del Newton, non senza altrui sorpresa, erasi fatto vedere eziandio erudito e colto uomo di lettere; con due altri Elogi si palesò, quale egli era, uomo di eccellente morale, e quale avrebbe potuto essere, se le circostanze ve lo avessero condotto, cioè uomo di Stato. I due Elogi di Pomponio Attico, e dell'augusta Maria Teresa lo dimostrano. Pomponio Attico ci si rappresenta come il modello della virtù, della prudenza, della generosità: *Un uomo che sdegnava le cariche di una corrotta Repubblica, dove tutti erano divorati dall'ambizione di ottenerle; un uomo che non domandava nulla, mentre gli altri cospiravano a tutto: quantunque non avesse imitatori non poteva però mancare d'ammiratori... Signorili maniere, costumi soavi, animo cortese, una certa dolcezza d'aspetto che non era senza severità, una certa piacevolezza di discorso, che non era senza dignità, facevano trovare nella conversazione di Attico il più gentile cavaliere di tutta Roma. Egli aveva nel suo discorso, e nella sua vita, come disse Ci-*

cerone, quell'unione tanto difficile della gravità e dell'umanità. Semplice, affabile, nimico di ogni finzione, insofferente di ogni falsità, religioso osservatore di ogni promessa, sempre uguale a sè stesso, uomo di tutt'i tempi, di tutt'i luoghi, e con tutte le persone, aveva sempre la stima e l'amore di tutte. Così ci descrive egli il suo eroe; e questa maniera di pensare e di scrivere osavano deridere e insultare alcuni sgraziati gazzettieri, de' quali può dirsi quel tratto, che il Frisi pose appunto nello stesso elogio, cioè che *l'entusiasmo pel merito altrui è stato sempre la misura del merito proprio, come l'indifferenza, e più ancor l'avversione per gli uomini grandi è stata sempre il contrassegno di un animo basso e volgare.* La grazia e l'energia dello stile non dee collocarsi *nel falso brio delle antitesi, o nell'intreccio delle parole ricercate e ampollose; il discorso riceve un vero splendore dal l'ordine, dalla grandezza, dalla semplicità delle idee, e dalla nobiltà e naturalezza delle espressioni.* Così insegnava, e così scriveva l'immortale nostro Concittadino. In quell'Elogio di Attico l'Autore vi trasfuse i sentimenti del suo cuore. Parlandovi della Famiglia di Attico ei dice: *Nella sua famiglia seppe gustare que' dolci sentimenti che sono inspirati dalla parentela e dal sangue · sentimenti, che il cattivo costume e la stravolta educazione giungono molte volte a sopprimere, ma che per gli uomini buoni e virtuosi influiscono più da vicino, e più continuamente nella giocondità della vita.* Così ei visse appunto nella sua famiglia il nostro ottimo abate Frisi; e forse

alla decadenza di sua salute contribuì molto il vedersi negli ultimi sei anni perire la madre, un fratello, e due sorelle. Vi si conosce la pratica morale dell'Autore generoso, benefico, e misuratissimo quale egli fu sempre. *Il lusso poi*, dice egli, *e l'eccesso delle spese voluttuose e superflue toglie molte volte, o rende più difficili i mezzi della generosità e della beneficenza. Le facoltà, per quanto siano abbondanti, hanno un limite, e la liberalità ha sempre per base una saggia economia.* Questa era una massima intrinsecamente riposta nel di lui animo, e con essa, quantunque assai circoscritta fosse la di lui fortuna, ei seppe essere benefico e liberale costantemente. In quell'Elogio di Attico vi si osservano de' tratti, i quali sono una conseguenza di lunghi ragionamenti: *Le virtù grandi e robuste obbligano ad un certo rispetto anche gli uomini facinorosi:* e altrove: *Nelle cose civili e politiche succede come nelle fisiche, che il moto impresso continui per molto tempo.* Raccontando come gli Ateniesi in segno di riconoscenza innalzassero a Pomponio delle statue, così riflette: *Erano questi gli onori pubblici che anticamente si tributavano al merito e alla virtù. Gli antichi esempi sono stati nobilmente imitati a' giorni nostri, non solo di là dai monti, ma ancora nelle più colte città d'Italia, e senza aspettare di spargere sulle tombe de' freddi elogi, hanno saputo onorare con monumenti pubblici la vita de' nazionali e degli esteri, che le avevano o difese, o beneficate, o istruite. È stato sempre del comune interesse di avere nello stesso tempo connesse le testimonianze della ricono-*

scenza a quelle del merito, e di scuotere cogli esempi l'indifferenza per la virtù. Questo pezzo è un ricordo per la nostra patria, in cui i cittadini che l'hanno distintamente onorata, non hanno ottenuto alcuno di que' solenni contrassegni d'onore, che vedonsi nelle sale pubbliche di molte altre città d'Italia, e singolarmente nella Terraferma Veneta. In fatti noi non abbiamo verun monumento in onore di Tristano Calco, o di Bernardino Corio, che ci hanno scritta la Storia della Patria. Nessuna memoria si è eretta per pubblico decreto al laborioso e benemerito nostro sig. conte Giorgio Giulini. Lo stesso dicasi del Cavalieri, del Cardano, di Lodovico Settala, e di altri. Il vivente sig. Primicerio Lupi a Bergamo attualmente gode l'onore, chè la sua Patria, da esso illustrata, gli ha fatto scolpire il busto per pubblico decreto. Da noi non v'è corona alcuna che la patria destini a'figli suoi. Forse ciò nacque dalla breve durata delle nostre municipali magistrature; fors'anco nasce dall'essere noi cittadini d'una popolosa città, dove ciascuno è una piccola frazione del tutto, e quindi meno partecipa della gloria distribuita sopra di una vasta estensione; forse la fisica del clima o la impressione de'passati governi, le conseguenze de'quali si perpetuano per molte generazioni, sono i veri motivi di questa viziosa indifferenza. Voglia il buon destino ch'ella cessi una volta, e che le iscrizioni, i busti, le medaglie, i pubblici onori ricordino Agnesi, Frisi, Beccaria, ed altri, degni della gratitudine della patria che hanno illustrata.

L'Elogio dell'augusta Maria Teresa, sebbene

tratti un argomento sul quale altri uomini di merito distinto hanno scritto, non si confonde perciò col numero. Il valoroso P. Turchi da un tal soggetto ne ha tratta una morale utilissima istruzione per i sovrani, piena di verità e di sentimento, e scritta con la nobile semplicità sua propria. L'abate Frisi ha fatto un epilogo della Storia de' quarant'anni del regno di quella immortal sovrana; ed ha maestrevolmente poste in luce le azioni principali, e i punti precisi di convergenza, d'onde ne risultano i cambiamenti felici delle opinioni, l'abbandono degli antichi errori, la fermentazione e reviviscenza dei corpi che si andavano sciogliendo nell'inerzia, la coltura, la ragione, la virtù richiamate, accolte, e protette, la fortunata rivoluzione, in somma, preparata, ed in parte eseguita sotto di quell'Augusta. Beneficato da lei, ricondotto nella patria sotto i sovrani auspicj, ed al reale stipendio, l'abate Frisi volle essere grato alla benefattrice sovrana, come sempre lo fu verso chiunque. In quell'Elogio sembra lo stile del nostro Frisi ancora più eloquente e vibrato: *Disgraziato colui che ha bisogno di precetti per essere veritiero, buono, sensibile ai mali altrui; che ha bisogno d'essere accompagnato sempre dal maestro per conoscere e per ragionare!* Così egli: *Il vincitore di Zenta, di Torino, e di Hochstedt, il principe Eugenio di Savoja nella maggiore oscurità della notte e della nebbia attaccò l'armata ottomana, la superò, la disfece, e non vide dissiparsi la nebbia, e spargersi i primi raggi del sole, che dalla tenda del Visir fuggitivo.* Con questo bel quadro ei

ci rappresenta la vittoria di Belgrado del 1717; e il principe Eugenio medesimo viene altrove effigiato così: *Uomo ugualmente grande nel far la guerra, e nel trattar la pace; generale insieme e soldato nella sua armata; uomo di stato nel gabinetto; nella sua biblioteca un filosofo, il collega di Malbourough, l'amico di Leibnitz e di Montesqieu, ecc.* Merita d'essere trascritto quel vibrato periodo, in cui dipinge il maresciallo di Bellisle, che supera l'avversione del cardinale di Fleuri per la guerra: *Un uomo d'una vasta ambizione, di una seducente eloquenza, e, come fu detto di Brittanico, di una fama maggiore degli esperimenti fatti per meritarla, il maresciallo di Bellisle superò facilmente le opposizioni di un ministro debole e inconseguente, e trovò in suo favore un' abitudine già inveterata della nazion francese di riguardare la Casa d'Austria come nemica.* Questo è quello stile che osavano di chiamar freddo e stentato alcuni insensati parolai; e saremmo assai più onorati presso degli esteri se ce lo proponessero per modello; sebbene la eloquenza di questo genere non s'insegna, nè s'impara giammai; soltanto si rende più decorosa coll'aiuto di buoni precetti. D'una tempera uguale è il tratto che ci rappresenta il primo ministro di Francia, vecchio cardinale di Fleuri: *L'umanità e la filosofia tra le principali disgrazie del nostro secolo conterà sempre, e compiangerà, che una sì florida armata, tanti generosi campioni, tanti buoni cittadini ..... siano stati la vittima di un ministro ecclesiastico, che ebbe bensì il candore di disapprovare in iscritto la*

risoluzioni già prese dalla sua corte, ma che, infievolito dagli anni, non ebbe bastante coraggio da opporvisi, nè un' anima abbastanza grande per ritirarsi dallo strepito degli affari, e coronare di una gloria pacifica i pochi giorni di vita che gli restavano. La filosofia anima lo stile in quest' elogio singolarmente: *Quella che il volgo chiama fortuna,* dice l' abate Frisi, *quella che i poeti cercano di raffigurare con la volubilità d' una ruota, e di una donna, agli occhi del filosofo non è altro che una combinazione di cause morali e fisiche, per cui deve risultare indispensabilmente un effetto dato.* Ei da filosofo tratta gli oggetti di stato. Descrive la rivoluzione di Genova, indicando le cagioni di tal politico avvenimento: *Quanto sono ingiusti coloro,* dic' egli, *che da un ristretto orizzonte, dall' angolo di una casa, che non sanno ben regolare, alzano lo sguardo loro sul trono, decidono degli oggetti che non possono abbastanza distinguere, e misurano le più grandi, e salutari operazioni dai particolari difetti che accompagnano sempre le cose umane, e dai quali non si può mai sciogliere interamente il bene universale!* Così egli. Troppo converrebbe trascrivere se volessi indicare i tratti dell' Elogio di Maria Teresa che più mi sembrano degni di osservazione: Io è tutto, e tutto collima a far conoscere lo spirito del benefico regno di tale sovrana. Anche in quest' elogio egli trova occasione di ricordare l' infelice condizione degli uomini che più onorano l' Italia col loro ingegno: il Borelli mendico, Francesco d' Ascoli bruciato vivo, Pietro d' Abano bruciato in effigie, Machiavello tor-

turato, Sarpi assassinato, Tasso e Galileo posti in prigione, Giannone morto in carcere, gli altri esposti alla invida maldicenza, alla insolente rivalità, ecc. Anche in quest' elogio non dimentica i Gesuiti: *L'anno 1773 fu doppiamente fausto alle lettere. Fu allora sciolto quell'ordine di persone, che non avendo nei loro studi oltrepassata la mediocrità letteraria, avevano sempre avuto la parte principale nelle molestie date a coloro che maggiormente si distinguevano.* Se queste memorie, che scrivo, passeranno alle generazioni venture (il che accaderà fors' anco pel merito dell' argomento) dovranno maravigliarsi i lettori come ai tempi nostri siasi potuto spargere nella moltitudine il discredito e sulla scienza di questo grand' uomo, e sul talento di lui nell' arte di scrivere. Questa maraviglia sarà utilissima, poichè potrà dar lena e coraggio, singolarmente ai giovani d' ingegno più elevato, e persuaderli che appunto tai grida sono il contrassegno del vero merito; laddove i facili applausi comunemente accordati, lo sono della letteraria mediocrità. Volesse il cielo che i posteri, sensibili ai progressi delle umane cognizioni ed alla gloria nazionale; grati a chi gli ammaestra, e contribuisce a sì nobili oggetti, sentendo d' onorare sè medesimi onorando la virtù, potessero trovare inverisimile il mio racconto! Sarebbe questo il solo caso in cui avrei piacere che si sospettasse della mia veracità.

Aveva viaggiato prima l' Italia, poi la Francia, l' Inghilterra, l' Olanda, la Germania, e l' Ungheria il nostro Frisi; restavagli da osservare una parte a noi vicina, e meritevole di

osservazioni politiche e fisiche, cioè il paese degli Svizzeri. Ei volle esaminarlo, e nell'autunno del 1778 vi fece un giro, di cui ce ne rimangono le conseguenze nella memoria *dei fiumi sotterranei*, ch'egli stampò insieme ad altri opuscoli, dedicandoli al principe augusto di Saxe-Gotha, uno de' più distinti e generosi ammiratori del nostro Frisi. Questi opuscoli dispiacquero ad alcuni, perchè vi si combattono le opinioni delle influenze meteorologiche della Luna, e del Calor centrale della Terra; dispiacquero altresì a quei, ch'ei chiama osservatori empirici, perchè, sprovveduti della necessaria teoria, si avventurano con qualche fisico stromento alla mano a calcolare le altezze de' monti, fidandosi a due soli punti di osservazione. Dobbiamo essere riconoscenti al nostro Filosofo anche per questo, ch'egli sin che visse procurò d'allontanare quanto potè le opinioni dannose, e rispettò sempre sè stesso e gli avversari, non nominando alcuno, e sempre propagando la verità co' que' nobili mezzi, e con quella pacata maniera che le convengono (1).

---

(1) Il primo Saggio contro le Influenze della Luna lo stampò ne' fogli del *Caffè*, che si pubblicavano in Milano da una società, nella quale avevano parte il marchese Beccaria, il P. Boscovik, il cav. Colpani, il conte Carli, e vari altri. Questi fogli periodici vennero tradotti poi in tedesco in Zurigo dal Füezlin nel 1769. e comparvero sparsi in francese nella *Gazette littéraire de l'Europe*, che si stampava a Parigi alle Gallerie del Louvre. Fuvvi chi, volendo sostenere l'opinione antica, se la prese contro di quel foglio, e il Frisi confermò la

Ho già di sopra accennato il Trattato d'Algebra, ch'ei compose tutto di pianta dopo che s'era voluto spargere la voce che la malattia avesse infievolite le forze della sua mente. Non si poteva smentire l'invidia con un mezzo più vittorioso di quello. Il Trattato comparve alla luce con le stampe del Galeazzi in Milano l'anno 1782, e portò in fronte il nome del ministro grande, e non meno segnalato e costante protettore del merito, del sig. principe di Kaunitz. La prefazione contiene la storia dell'Algebra e Geometria analitica, ove con erudizione vasta, e con imparzialità, si fanno conoscere i nomi di coloro che sono benemeriti di questa scienza sublime. Le Effemeridi Letterarie di Roma ne fecero sì bene l'estratto, che io non potrei meglio dar idea del libro, che approfittandone. Il Trattato comincia spiegando con somma chiarezza le operazioni primarie dell'Algebra, che sono illustrate con vari problemi opportunamente trascelti. Benchè nel primo capo tratti delle equazioni del primo e del secondo grado, nulladimeno vi si trovano alcuni problemi indeterminati del secondo grado, ne' quali le incognite devono avere la condizione di essere numeri interi. Le difficoltà di questa materia, trattata da uomini grandi, si sviluppano dal nostro Frisi con una chiara brevità. Passa poi alle progressioni ed alle serie crescenti e decrescenti in infinito, d'onde ne ricava la vera nozione

---

insussistenza delle influenze lunari con le armi sue proprie, cioè con la teoria della gravità universale e col calcolo.

dell' infinito geometrico ed algebraico; il qual infinito significa una quantità maggiore di qualunque limite, o minore di qualunque limite assegnabile. Questa definizione viene rappresentata dalle divisioni che non ammettono un quoziente finito esatto. Egli è chiaro che il numero de' termini è maggiore di qualunque numero dato, cioè che è algebraicamente infinito. Il quadrato di questa quantità algebraicamente infinita, chiamasi un infinito del second' ordine; il cubo, infinito del terzo, ecc.; e così progredendo. Così dicasi di una progressione decrescente all' infinito. La radice quadrata d' un numero sordo, è finita; il numero de' termini che l' espone, è infinito. Termina il primo capo, applicando la dottrina al calcolo della probabilità. Il secondo capo verte sull' analisi geometrica rettilinea, ove con la scelta de' problemi, e coll' eleganza delle soluzioni l' abate Frisi mostra la profondità della sua dottrina. Molti problemi di Pappo, troppo complicati nell' Autore antico, vengono sciolti con elegante semplicità; e una gran parte de' problemi dell' Aritmetica universale del Newton, ne' quali si desiderava la costruzione geometrica, vengono suppliti con uguale eleganza di analisi e di sintesi. Il terzo capo tratta dell' analisi delle sezioni coniche con metodi luminosi e semplici, senza le ambagi di una implicatissima sintesi, che in alcuni libri oscura le cose più chiare. Dicono i citati giornalisti non esservi un trattato di sezioni coniche più di questo fecondo di bei problemi e di eleganti metodi. Il capo quinto verte sulla involuzione ed evoluzione algebraica; generalmente

tratta delle equazioni. Ivi presenta la dimostrazione diretta del celebre Binomio del Newton, qualunque sia l'esponente o intero, o fratto, o positivo, o negativo; e la soluzione merita una distinta memoria. Il capo sesto verte sulle formole trigonometriche; dimostra le generali formole che esprimono le potenze dei seni, e coseni, e delle tangenti di un arco qualunque, delle quali si fa uso per dividere un arco in qualunque numero di parti. Il settimo capo contiene le formole logaritmiche. Ivi entra l'illustre Autore a terminare la famosa controversia fra il Leibnitz e il Bernouilli, esposta negli Atti di Berlino del 1749. Egli è di parere che non vi sia che un logaritmo della unità, e delle quantità positive; e che il logaritmo delle quantità negative indichi solamente, che la progressione geometrica non deve considerarsi in una parte opposta, e tutt'i termini di essa si riferiscono alla unità negativa; e per conseguenza la considerazione di un termine positivo, o negativo non può rappresentare la proporzione di due quantità. Nel capo ottavo prende a trattare delle formole Ciclometriche, e all'occasione di considerare alcune curve tratta della dimostrazione con cui Newton prova l'impossibilità di quadrare una figura ovale, ed accenna qualche difficoltà. Tratta poi delle tangenti de' seni, degli archi circolari, e col mezzo di queste medesime serie passa a dare una soluzion generale, senza servirsi di radici immaginarie, del famoso problema di Cotes. Trattasi nel capo nono dell'analisi Isoperimetrica, ed ivi con una specie di geometrica infinitesimale

risolve con facilità e con eleganza diversi problemi *de maximis et minimis*, i quali con altri metodi riescono assai più complicati. In quel medesimo capo vi si trova una sagacissima sintesi, coll'aiuto della quale si emendano alcune soluzioni poco esatte date da altri, benchè celebri, geometri. Nel capo decimo espone i limiti dell'Algebra di Cardano: ivi trovansi diversi metodi per la soluzione delle equazioni del terzo grado, ed il celebre caso irreducibile vi è trattato in guisa che, dimostrandosi le imperfezioni de' metodi comuni, si trova con la approssimazione e con le costruzioni geometriche la radice, e se ne adducono elegantissimi esempi. In esso capitolo si fa l'applicazione del paralellogrammo analitico del Newton a diverse equazioni. Il capo undecimo s'interna nell'Algebra degl'Infiniti; ivi si vedono spiegati con somma chiarezza i principj del calcolo differenziale e integrale. Passa indi al calcolo esponenziale, alla differenziazione delle quantità esponenziali e logaritmiche, che contengono anche logaritmi di logaritmi: dalle formole differenziali si ricavano i metodi di integrazioni. Tutta questa dottrina è trattata con esempi scelti, e maneggiati con somma destrezza di calcolo. Viene poi spiegato il calcolo de' seni e coseni; e sono ridotte in formole le differenziali e le integrali di quella specie; e tutto ciò con metodi, la novità e l'eleganza de' quali colpisce. Il capo duodecimo delle Serie infinite è mirabile, singolarmente ove tratta della sommazione delle serie, attesa la brevità e la precisione, con la quale insegna a ritrovare il termine generale, la

scala di relazione, la somma, s'è possibile, ovvero la riduzione alla quadratura e rettificazione di qualche curva semplicissima. Il capo decimoterzo, della Geometria curvilinea, contiene la teoria delle curve, tanto algebraiche, quanto meccaniche. I metodi ritrovati dall'abate Frisi rendono facilissima la soluzione di vari problemi, i quali senza di essi con molta difficoltà si sciolgono. Il decimoquarto capitolo tratta delle Formole isoperimetriche, e supera per la sublimità e novità delle cose tutti i precedenti. Finalmente nel capo decimoquinto delle Formole integrabili, termina la sua grand'opera.

Quest'opera sublime, composta dal nostro Frisi di slancio, serve di primo tomo dell'ultima edizione delle opere sue. Nel secondo volume ei ristampò la Meccanica, e il Trattato per gl'Ingegneri. Nel terzo la Cosmografia, la quale ei vide e corresse sino alla pagina 337, avendo nel rimanente supplito, dopo la fatal perdita, i di lui degni fratelli canonici.

La repubblica letteraria aspetta di veder pubblicato il quarto ed ultimo volume, che conterrà gli Elogi composti dal nostro illustre Frisi; fra i quali quello del sig. D'Alembert, ch'ci scrisse negli ultimi periodi della sua vita; e gli altri suoi opuscoli chiuderanno il volume (1). Più volte parlando meco degli studi suoi, l'abate Frisi mi disse che quegli stessi problemi d'algebra, che nel maggior

(1) L'Elogio del D'Alembert lo hanno pubblicato i fratelli Frisi differendo l'edizione del quarto tomo.

vigore della gioventù gli costavano sforzi di mente, nell'età matura gli svolgeva con somma facilità; e ciò attribuiva alla lunga abituazione di combinare quelle idee, e di ragionare con le formole. L'algebra era divenuta per lui quasi un giuoco negli ultimi suoi anni, e singolarmente si compiaceva di ridurre a principj semplici e chiari le teorie più astratte, e ristringere nello spazio di poche righe quanto con altri più laboriosi e difficili metodi leggevasi esteso per interi volumi con lo spinaio di lunghissimi calcoli. In ciò forse consisteva la caratteristica superiorità del nostro illustre Concittadino, cioè in una sagacità tutta sua propria, con la quale sapeva rinvenire la più breve e semplice strada per giugnere alla verità ricercata; per modo che al paragone sembra che inavvedutamente altri geometri, benchè sommi, abbiano per tortuosi e difficili sentieri consumata la fatica loro, e adoperati gli sforzi del loro ingegno per giugnervi. Tale è sempre stata l'apparenza d'ogni sublime produzione della mente degli uomini di comparire, cioè, semplice, e facile; sebbene rarissima e difficilissima a ritrovarsi.

D'un altro piccolo lavoro del nostro Frisi non debbo ommettere di far parola, ed è la Lettera ch'egli scrisse a monsignor Fabroni, la eloquenza del quale è consacrata a eternar la memoria degl'illustri Italiani. Questa lettera contiene le notizie della scienza e della sublimità d'ingegno del sig. Perelli; il quale aveva tanto più bisogno che tai notizie venissero pubblicate, quanto ch'egli per naturale indolenza nel corso di sua vita trascurando ogni lavoro, nient'altro lasciò in morte, se non la

memoria de' contemporanei, che conversando con lui s'erano accorti a qual segno ei fosse profondo matematico. Nessuno forse poteva farlo meglio del nostro Frisi, e per quello ch'ei valeva nelle matematiche, e per aver vissuto lungamente col sig. Perelli nel tempo in cui erano entrambi professori nell'Università di Pisa. L'abate Frisi aveva avuto motivo di scontentarsi del sig. Perelli, il quale nelle questioni per le Acque Bolognesi non aveva preso quel fermo e libero partito che s'aspettava. Questa soverchia pieghevolezza del sig. Perelli potè far languire bensì la corrispondenza fra di loro, ma non cancellò giammai nel cuore del nostro Matematico la verace stima e la benevolenza che per esso aveva concepita; e sulla tomba del sig. Tommaso Perelli ei tributò quegli onori che erano dovuti al di lui merito.

Frattanto s'andava insensibilmente accrescendo quello sconcerto organico, che doveva porre un troppo vicino termine alla virtuosa vita del nostro Frisi (1). Una callosità, o sia tumore nel perinéo, trascurata nella origine, e giudicata un effetto della soppressione delle

(1). Sino all'età di 48 anni visse l'abate Frisi côn una continuata prosperità di salute. Il primo contrassegno di sconcerto lo provò nel 1776 in giugno allorchè, senza avvedersene, per un deliquio cadde nella sacristia di S. Nazaro Pietra Santa, il che non portògli conseguenza. Poi nel 1779 ebbe una lunga malattia di tre mesi durante la state. Non si conobbe in lui la menoma alterazione d'umore: sempre ragionevole, e giocondo serbossi in mezzo a quegli accidenti, che avrebbero sgomentato un altr'uomo.

perdite emorroidali, alle quali dapprima era soggetto, venne a suppurazione nella state del 1784, e da ciò nacque la necessità in lui di non uscire di casa. Scoppiò il tumore, il quale non si cicatrizzò mai perfettamente, onde si conobbe esservi una fistola, che aveva forata l'uretra. Molte fatalità si combinarono perchè un incomodo, il quale per sè medesimo non doveva abbreviare i giorni suoi, diventasse cagione della sua morte. Si obbligò al letto; si tormentò con caustici la piaga per dilatarla; durò dei mesi la cura di tentativi. Finalmente venne consigliato di fare il taglio della fistola, in cui si erano riconosciuti due seni. La operazione venne rappresentata come superficiale, e di nessun pericolo. Egli scelse questo partito. La sera precedente prese congedo dagli amici che venivano a tenergli compagnia, dicendo loro, che per alcuni giorni, sin che non fosse suppurato il taglio, non poteva nè seder sul letto, nè godere della società.

È incredibile la presenza di spirito con la quale, non mai parlando de' tristi argomenti del male, anzi evitando ogni discorso malinconico, sosteneva la conversazione con piacevoli argomenti di novelle letterarie, di notizie de' suoi illustri corrispondenti, e di ogni altro soggetto ameno; *non occorre il funestarci*, quest'era la risposta ch'egli pacatamente dava a chi si mostrava voglioso d'avere da lui più minutamente le sue nuove. Una eccezione però egli faceva in favore de' suoi due fratelli, di qualcun altro, e di me; poichè a parte, quando non v'era compagnia, tranquillamente parlavamo del suo male. La disgrazia collocò la fistola dove

non essendo visibile ad alcuno di noi, altro non ci rimaneva che opinare sull'altrui relazione. Eravamo alla metà di novembre quando si spaccò quel seno. L'operazione riuscì tale, che uno dei chirurghi della cura mi assicurò poi, con mia sorpresa, che era un taglio maggiore di quello che si fa per la pietra; il che non ascoltai senza fremito. Sostenne questa ferita crudele il nostro infelice Frisi senza pur dare un grido; anzi, terminato il taglio, egli disse: *Signori, terminino; andiamone fuori*, e pregò *di non adularlo*, dubitando che a questo fine si fossero indotti ad assicurarlo che l'operazione fosse finita. Otto giorni sopravvisse, e la sera dell'operazione mi disse, ch'egli *si aspettava di soffrire di più*. Giacque supino ed immobile sette giorni senza lagnarsene. Debole, abbattuto di forze; d'animo sempre costante; pochissimo esigendo dagli altri, e sempre mostrandosi grato per ogni servigio o attenzione; così passò quel tempo, lusingato sempre che tutto andasse ottimamente. La notte del 21 al 22 molto sofferì al ventre. Si credette una risipola; era la fatal cancrena che si formava. A mezzodì del 22 novembre vennimo avvertiti, i fratelli ed io, del fatale colpo. Nella necessità di avvisarlo pregammo il P. Racagni Barnabita di assumersi questo ultimo disgustoso officio. Lo condussi io stesso alla casa dell'amico pericolante, concertando secolui il modo meno aspro per dargli quel tristo annunzio; tanto più, che poco tempo rimaneva per compiere ai doveri della religione. Il Frisi attribuiva a timidezza del P. Racagni il consiglio, appoggiato ai replicati riscontri de' chi-

rurghi; ma avendo dallo stesso inteso come, in quell'ora insolita, a tal fine io fossi ivi in una vicina stanza, bramò di parlarmi. Udito da me come veramente i chirurghi temevano, e che io credeva opportuno di chiamare i soccorsi della chiesa, pacatamente, e senza la minima alterazione mi rispose: *Voi lo consigliate? . . . . È subito fatto*. Venne così a coronar la sua vita con la fermezza d'un uomo, con la pietà d'un cristiano illuminato, e con la ragionevolezza d'un filosofo, che nello spazio della sua vita erasi fatto uno studio continuo di rendere la ragione l'arbitra delle azioni sue. Spirò la sera del 22 novembre all'età di cinquantasei anni, sette mesi, e nove giorni, avendo perduto la parola, e forse anche il senso immediatamente dopo i sacramenti.

A me, che intimamente conosceva l'abate Frisi, la di lui eroica fermezza nel taglio ha fatta sorpresa maggiore di quello che non lo doveva fare in un altro. Io sapeva ch'egli era sensibilissimo: che un semplice discorso di cosa atroce lo scuoteva in guisa insopportabile per lui. Sapeva che alcuni mesi prima, essendosi trattato di tagliare alla di lui sorella un tumore al seno, ei nemmeno poteva reggere alla idea; e considerò quasi un bene la febbre che le sopraggiunse, e con la quale lentamente, e senza carnificina terminò i suoi giorni. Sapeva che nella medicazione egli era irritabilissimo e soggetto a convulsioni per eccessiva sensibilità. Egli volle domar la natura. Si determinò. Stabilì il giorno. Si preparò la sera precedente con la lettura della Storia d'Inghilterra al tempo di Carlo Primo. La fer-

mezza, con la quale tanti illustri cittadini innocenti sottoposero il collo alla mannaia, ebbe una reazione sul di lui cuore. Incontrò il dolore da uomo; ed era preparato a sofferirne immobilmente un maggiore ancora. Tanto potè sempre sopra di lui uno stoico principio di virtuosa filosofia, che servigli di norma durante il corso della troppo breve sua vita!

Nella lunga ultima malattia ei s'occupò non solamente nel correggere la stampa della Cosmografia, ma stava nel tempo medesimo ultimandola, e dandole una nuova forma; e dal letto compose l'Analisi della Teoria della Luna e de' Pianeti, che non ebbe tempo di finire. Tale era il costume suo nella ristampa delle di lui opere, che cominciava con la scorta del manoscritto preparato per mezzo il volume, e il rimanente lo andava formando nel mentre che si stampava il già disposto. Negli estremi periodi de' giorni suoi il Frisi dal suo letto scrisse l'Elogio del suo amico il sig. D'Alembert.

I signori canonici Frisi (che anche nella lunga malattia avevano mostrata la più tenera sollecitudine verso d'un fratello, che veneravano qual padre, ed amavano quale il miglior amico) oppressi da colpo sommamente crudele, vollero far celebrare solenni esequie al defunto, che, trasportato nella Chiesa di S. Alessandro, e fattovi un separato deposito, venne tumulato il giorno 24 cogli onori d'un regio professore. I Padri Barnabiti si prestarono con ogni officiosità alle brame de' generosi fratelli, e i medesimi Barnabiti resero un pubblico omaggio al nome dell'esimio loro collega, ponendo sulla facciata della loro chiesa la seguente iscrizione:

PAVLLO FRISIO
VIRO CLARISSIMO
CONG.IS D. PAVLLI
ATQ. ITALIAE
ORNAMENTO
PARENTALIA.

Ivi poi si collocò un monumento con la medaglia del Frisi, scolpita in marmo di Carrara, dal valoroso sig. Giuseppe Franchi, e con la iscrizione, in cui si legge:

PAVLLVS FRISIVS
MEDIOLANENSIS
E . CONGR . S . PAVLLI
PHILOLOGVS . PHISICVS . MATHEMATICVS
OB . GRAVISS . DISCIPLINAS
ILLVSTRATAS . AVCTAS . PROPAGATAS
IN . SOCIETATES . SCIENTIARVM
EVROPAE . PRIMARIAS . ADSCITVS
ET . IMMORTALE . APVD . OMNES
GENTES . NOMEN . ADEPTVS
VIX . ANN. LVI. M. VII. D. IX.
PIE . ET . CONSTANTER
DECESSIT . X. K. DEC.
A. MDCCLXXXIIII.

Un altro monumento, con urna, si è eretto nella chiesa della Madonna d' Ornago con la iscrizione:

PAVLO FRISIO MEDIOLANENSI
PHILOLOGO PHISICO MATHEMATICO
QVI PATRIAM
CELEBRITATE NOMINIS ILLVSTRAVIT
EXEMPLO . VOCE . SCRIPTIS . DOCVIT
MORVM . INTEGRITATE . ORNAVIT
AMICO OPTIMO
PETRVS VERRVS
P.

Ma i marmi e le iscrizioni fanno bensì onore a noi, che mostriamo sentimento di venerazione pel uomo di merito; ma nulla accrescono alla fama di lui, che con le opere sue si è eretto il più durevole monumento di ogni altro. Non i bronzi o i marmi scolpiti hanno fatto passare sino a noi il nome d'Archimede; ma bensì le scoperte ch'ei fece. L'adulazione, o l'invidia sfigurano le cose per un determinato periodo; l'inesorabile tempo distrugge i prestigi; lentamente la placida ragione esamina, e la posterità finalmente pronunzia l'immutabile giudizio, collocando le opere a quel grado che loro conviene. Il Trattato d'Algebra, ripieno di nuovi metodi, semplici, brevi, ingegnosissimi; il Trattato di Meccanica, in cui, oltre la teoria, sta compilato l'estratto delle moltissime osservazioni, fatiche, e meditazioni sue sulle Acque; la Cosmografia, ove in un volume ritrovasi radunato quanto sinora gli uomini hanno potuto scoprire, e sui fenomeni grandi della terra, e sul sistema solare e dei pianeti; la Cosmografia, il più vasto, il più sublime trattato, che abbia l'astronomia, ripieno di scoperte originali del nostro Autore. Finalmente gli Elogi del Galileo, del Cavalieri, del Newton, di Pomponio Attico, del conte Silva, di Maria Teresa, del D'Alembert, e del Perelli, dettati da una mente, che luminosamente vedeva gli oggetti, e scritti con una eloquenza, che non è destinata a spremere lagrime, ma a grandeggiare e nobilitare gli oggetti, a dilatare l'amore della virtù e delle scienze, a imprimere la venerazione verso chi le coltiva; con una eloquenza che trascurando l'ultima

dilicatezza de' suoni può offendere l'orecchio d'un timido Sibarita, o la scrupolosa esattezza di un freddo parolaio; ma anche nel tempo stesso solleva l'anima, e la scuote col benefico entusiasmo del bello e del vero. Tali in somma sono i monumenti preziosi e incorruttibili, che l'immortale Frisi si è eretto a sè medesimo; i quali vivranno poi che saranno fatti in polve i marmi, che l'amicizia e la gratitudine di alcuni ha fatti scolpire in onore di lui.

Fra i personaggi più distinti che onorarono il nostro abate Frisi io debbo nominare il sig. principe di Kaunitz, il sig. duca Francesco di Modena, il sig. principe augusto di Saxe-Gotha, il sig. principe di Salm Salm, il sig. duca de la Rochefoucault, il sig. doge Agostino Lomellino, il vicerè di Sicilia sig. marchese Caracciolo, il sig. D. Giovanni di Braganza. Egli aveva una corrispondenza letteraria molto estesa, e mantenuta assiduamente coi più distinti uomini d'Europa. Il P. Jacquier in Roma = i Zanotti, Manfredi, Canterzani, Casali a Bologna = Walmesley, Morton, Waring, Maskelyne, Maty nell'Inghilterra = Alembert, Condorcet, Bailly, de Keraillo, Watelet, Clairault, la Condamine, la Caille, Thomas in Francia = Ferner, Melanderhielm, Wargentin nella Svezia = Formei, Bernouilli, la Grange a Berlino = Euler a Pietroborgo = Trembley, le Sage, de Saussure, Bonnet, Bertrand a Ginevra.

Questa corrispondenza del nostro insigne Matematico, mentre giovava a lui, non era di poca utilità a molti altri ancora; poichè, oltre la curiosità di essere noi informati de' progressi delle scienze ed arti, e delle novità della

vasta, sebbene non numerosa, repubblica dei pensatori, i Milanesi che hanno viaggiato, provarono di quanta utilità fosse per essi una lettera del nostro Frisi; per mezzo di cui potevano conoscere direttamente la miglior compagnia del paese; laddove i passaporti e le lettere ministeriali, necessarie per la sicurezza, altro non producono per lo più che un imbarazzante invito a un pomposo e triste pranzo, offerto con noia e cerimonia, e con noia e cerimonia accettato.

Negli ultimi anni di sua vita, malgrado i replicati aumenti di soldo, egli non godeva più di dugento venti zecchini annui di stipendio come Professore e Regio Censore; e quest'era tutta la ricchezza ch'egli possedeva, e con la quale decentemente alloggiava, decentemente vestivasi, manteneva un domestico a servirlo, stampava le di lui opere, e poteva trovar persino il modo di beneficare. Bensì è vero, che dalle commissioni per le Acque Bolognesi; indi da quelle del Tirolo, e soprattutto dall'ultima incumbenza di Venezia ei potè radunare qualche somma, che gli servì di scorta al bisogno. I premj di Berlino, di Parigi, di Copenague, e di Pietroborgo contribuirono anch'essi a procurargli de' comodi. Ei potè assistere la famiglia, viaggiare l'Italia, la Francia, l'Inghilterra, l'Olanda, la Germania, gli Svizzeri. Ei raccolse un gabinetto pregevole di libri singolarmente matematici (1); mantenne

(1) I libri matematici possono vedersi nella libreria de' PP. Conventuali di Pavia, da' quali furono avidamente procurati.

una dispendiosa corrispondenza di lettere. Tutto potè fare, perchè nulla dissipò mai per capriccio. Egli però, che non pensava mai al male, nè sospettava che un uomo potesse essere ingiusto, nel mentre frenava ogni voglia arbitraria, per custodire il danaro, non si sarebbe curato di chiuderlo, ed assicurarlo: molte volte toccava ai fratelli, o agli amici di avvisarlo, acciocchè non lasciasse i danari alla disposizione di chi entrava nella di lui camera; e tanto più comodo sarebbe stato il furto, poi ch'egli non soleva mai tener nota di quanto spendeva; ma più o meno stringeva le voglie a misura che gli rimanevano più o meno scarsi i mezzi. Non ho conosciuto un uomo più alieno di quello ch'ei lo fosse dal lasciar comprendere mai d'avere più bisogni che mezzi. Sempre nobile, decente, misurato, alienissimo dal contrarre debiti, ricusando costantemente dalla stessa mano dell'amicizia ogni soccorso, non permettendo mai che alcuno sacrificasse i comodi propri per accrescerne a lui; con serenità mirabile sapeva adattarsi alla propria condizione; e non sapeva comprendere come tanti si lagnassero d'essere mal assortiti di beni di fortuna, mentre possedevano il doppio, il triplo e più, di quanto bastava a lui per renderlo indipendente e contento. Pare impossibile come egli con mezzi così scarsi fosse generoso; eppure lo fu; non solamente nel regalare i libri suoi, ma secretamente, soccorrendo le persone ch'egli stimava e che credeva bisognose di soccorso. Potrei accennare alcune di tai beneficenze venute per ventura a mia notizia; ma non per mezzo del Frisi, il quale

alla generosità univa la più nobile discrezione, e un secreto impenetrabile. La generosità e beneficenza avrebbero limiti troppo angusti, e sarebbero troppo umilianti per coloro verso de' quali si esercitano, qualora non vi fossero altri mezzi se non i beni di fortuna. Una parola opportunamente detta ad un ministro, una lode amichevolmente pronunziata, un consiglio suggerito a tempo, un incoraggiamento, un lume; tutti questi sono mezzi opportuni, co' quali l'uomo benefico sparge l'influenza della sua virtù, e procura lo stabilimento, le convenienze, e talvolta persino la gloria delle persone che ne sono degne, e giacciono sconosciute. Di tai mezzi, con cuore e saviezza più e più volte faceva uso il benefico nostro abate Frisi; e non sono pochi coloro, i quali a lui son debitori d'essere stati conosciuti dai ministri primari, e collocati. Questo nobile sentimento, però sempre subordinato alla ragione, non mai degenerò; e limitandosi ai soli uomini di studio, non brigò giammai per alcuno.

Nella famiglia egli era amato e riverito come un padre, come un benefattore, come l'intimo o il miglior amico. Io sono testimonio della tenera benevolenza che reciprocamente l'univa e con la virtuosa sua madre, donna d'ingegno e di condotta mirabile, e co' fratelli, de' quali ho fatta giusta ed onorata menzione da principio. La nobile cortesia, la grazia, la benevolenza di quella famiglia rendeva caro quel soggiorno e a chi formava, e a chi contemplava quel ricovero della virtù. Incapace ciascuno d'una parola dispiacevole, umano coi serventi, ragionevole, discreto; è una vera fa-

talità che nel breve periodo di sei anni la madre, due fratelli, e due sorelle sieno mancati!

Mancava ancora un onore letterario al nostro Frisi, quello cioè d'essere annoverato fra gli otto Accademici esteri della Reale Accademia delle Scienze di Parigi. Era già disposto che alla prima vacanza ei vi sarebbe collocato; ma la morte troncò il filo. Questa inaspettata sventura cagionò un sentimento universale di dispiacere nella città (1). Allora tacque l'invidia, e subentrò il pensiero della perdita irreparabile che s'era fatta (2). Un uomo, che nel corso della virtuosa sua vita non aveva mai recato danno ad alcuno; che molti aveva

(1) Non meno grande fu il dispiacere che alla perdita dell'illustre abate. Frisi dimostrarono gli uomini più colti ed illuminati, che sono sparsi nelle città d'Italia, e d'oltremonte. Nella sola città di Brescia dai signori conte Giambatista Corniani, e cavaliere Giuseppe Colpani si è voluto adornare la tomba del nostro Frisi con una ghirlanda di poetici fiori. Anche il sig. canonico don Lodovico Ricci. di Chiari, tributò alcuni versi alla memoria dell'illustre Matematico defunto Fa molto onore a tai suggetti la sensibilità che mostrarono in favore di chi ha tanto illustrata l'Italia. Fra i Barnabiti a gara furono occupati ad onorare la tomba dell'immortale loro collega il P. Giovenale Sacchi e il P. Fontana.

(2) Le di lui ceneri furono onorate dall'Accademia delle Scienze di Haerlem due anni dopo la di lui morte, cioè nel 1786, avendo ella coronata del premio la Dissertazione di lui sulle Disugualianze de' satelliti di Giove;, e i signori canonici fratelli hanno ricevuto la medaglia d'oro, ultimo profitto dell'ingegno del glorioso loro fratello.

beneficati; che moltissimi aveva istrutti; che col suo nome dava lustro alla patria; di cui i costumi erano sempre stati irreprensibili, comparve tale qual fu, nel momento in cui lo perdemmo.

Possa quest' ingenuo racconto della Vita e degli Studi di questo grand' uomo, svegliare l'emulazione ne' concittadini del Cavalieri, di Frisi, dell' Agnesi, e rincorarli almeno con la speranza, che tosto o tardi il merito è collocato dalla ragione nel vero suo aspetto!

OPUSCOLI
FILOSOFICI

I. Delle Influenze meteorologiche della luna.
II. Dei Conduttori elettrici.
III. Dell'Azione dell'olio nell'acqua.
IV. Del Calore superficiale e centrale della terra.
V. Dei Fiumi sotterranei.

A SUA ALTEZZA SERENISSIMA

IL PRINCIPE AUGUSTO

DI SAXE-GOTHA. *





Un uomo di sommo ingegno, uno dei più profondi matematici che ha perduto ultimamente l'Italia, il conte Radicati di Coconato, dieci anni fa mi ha procurato l'onore di conoscere e di servire in Milano l'Altezza Vostra Serenissima. Al rispetto, che da tutti esige il suo rango e la sua nascita, ho incominciato allora a congiugnere la somma stima che m' inspiravano le sue virtù, il naturale sentimento del merito, che ho subito ritrovato in V. A. S., e ch' è il primo annunzio delle anime grandi e sensibili l'attica eleganza, con cui sa ornare tutte le sue maniere, la finezza del suo gusto, l'estensione delle sue cognizioni, e lo studio che faceva di estenderle maggiormente ne' suoi viaggi. Sono questi i primi sentimenti riscossi allora

* *Dedica* dell' edizione originale di Milano 1781, in 8.

da un filosofo che rispetta sempre ciò che deve, e stima unicamente ciò che può. Dopo quel tempo Ella mi ha costantemente onorato della sua grazia, e posso dire ancora dell' amicizia: ed io non ho potuto darle alcun altro contrassegno dell' intima mia gratitudine se non mandandole i Saggi di filosofica letteratura, e le opere matematiche, che ho dato successivamente alla luce. Le mando adesso alcuni Opuscoli Filosofici, e le manderò tra poco un' opera d'Algebra. Ma in questi Opuscoli si trattano diverse cose che interesseranno particolarmente l'erudita curiosità di V. A. S., e che sono già state il soggetto di vari nostri ragionamenti: si accennano alcuni fenomeni che abbiamo osservato insieme nel piccolo viaggio che V. A. S. mi ha permesso di fare in sua compagnia sui nostri laghi.

La supplico di ricevere particolarmente quest' operetta come un pubblico contrassegno di tutta la gratitudine, della stima, e del rispetto, con cui sono, e sarò sempre,

Di Vostr' Altezza Serenissima,

Milano, 20 Aprile, 1781.

Umil. Dev. Obblig. Serv.
Paolo Frisi.



I.

DELLE INFLUENZE METEREOLOGICHE DELLA LUNA.

La storia dello spirito umano non ci presenta che una lunga serie di errori e di verità; una gran moltitudine di uomini che sulla semplice asserzione gli uni degli altri, hanno adottato gli errori e le opinioni anche più assurde; e alcuni genj superiori, che hanno maturamente osservato, pensato e ragionato. E questi sublimi ragionatori, che sono riusciti coi loro studi a sciogliere, o in tutto o in parte, i pregiudizi del genere umano, ne sono stati nello stesso tempo i maggiori benefattori. Le opinioni pregiudicate, e gli errori tante volte hanno avuto le conseguenze più perniciose per la privata e pubblica felicità. I vecchi racconti della magía e della stregoneria hanno condotto agli estremi supplizi delle migliaia d'uomini innocui alla società, e rei soltanto di avere un'immaginazione più debole, di realizzare i sogni, e di credersi maghi, o stregoni senza

esserlo. La vanità degli oroscopi e delle predizioni astrologiche ha indotto il figliuolo del celebre Cardano ad uccider la moglie, e lo ha fatto finire sul patibolo. L'opinione degl'influssi delle comete sulle cose politiche e civili ha portato lo spavento ancora sul trono: e quella degl'influssi della luna nei vegetabili molte volte ha portato anche alle nostre campagne gl'istessi danni del turbine e della grandine. Il credulo agricoltore, che in vece di consultare le meteore generali, i gradi del calore e del freddo, la disposizione dell'atmosfera, le molle maestre della vegetazione, stava oziosamente aspettando per i lavori della seta, per la raccolta del grano, e per la vendemmia le fasi della luna scema, o crescente, molte volte da un freddo improvviso, da un temporale, da una dirotta pioggia è stato severamente punito d'aver avuto tra le mani un almanacco in vece di un barometro e di un termometro. Sono così legate le verità astratte, e le utili, la pratica, e le teorie, gli studi taciturni, ed i bisogni più clamorosi della società, e del commercio.

Fortunatamente nel nostro paese, in proporzione che si accrescono i lumi, e le co-

gnizioni, vanno ancora mancando le conseguenze funeste dei pregiudizi. Le tesi che ho pubblicato nel 1755, tra l'opposizione dei tanti vecchi racconti, e la gelosia d'un tribunale, che ci è sparito poscia dagli occhi, hanno dato occasione d'incominciare generalmente a riflettere sulle larve domestiche, sui congressi notturni, e sugl'incantesimi: si sono dimenticati i racconti, e in poco tempo si è finito il parlare degl'incanti e delle larve. Un piccolo scritto, che ho dato alla luce quindici anni fa, quantunque fosse variamente contraddetto in Padova e in Brescia, ha servito però tra noi a diradare gli errori degl'influssi lunari: e la verità fisica, che fino d'allora si è cercato di portare nella revisione dei libri, ha incominciato a levare di mano al minuto popolo le cabale, i pronostici, e i pretesi aforismi della lunare agricoltura. In poco tempo tutte le stampe del nostro paese sono state purgate da questi avanzi dell'ignoranza. Si sono spiccati dal Soglio Augusto quei raggi, che ci hanno stabilmente diretti, e rischiarati ancora per questa parte: e, mentre l'ortolano, e il giuocatore non era più ingannato dagli almanacchi, il cittadino illuminato e zelante vedeva con un'intima com-

piacenza che le sovrane beneficenze si stendessero tanto rapidamente a tutti gli oggetti della privata e pubblica felicità, sino all'eventualità delle combinazioni numeriche, sino alla georgica ragionata. Ciò non ostante, siamo ancora lontani dal vedere nel basso popolo del tutto sciolti, e dimenticati i pregiudizi di questo genere. Le popolari opinioni sono ancora appoggiate all'autorità di alcuni uomini celebri; e sino nelle opere del sig. Ulloa leggiamo l'osservazione di quelle canne del Perù, che sono interiormente ripiene di acqua in luna piena, e ne vanno mancando in luna calante. Io non posso verificare con le dovute cautele questa singolare osservazione: posso ragionare su tutto quest'argomento.

Il contadino è un essere piuttosto di abitudine, che di ragione. Prezioso allo stato per le sue fatiche, non lo è che rarissime volte per le sue cognizioni: ed essendo indefesso al travaglio, rarissime volte arriva ad essere osservatore. Il dubbio sui nuovi metodi, il timore di qualche rischio, le mancanze dei mezzi, sono altre cagioni che contribuiscono a tenerlo lontano da qualsivoglia novità. Non continua egli a fare se non ciò che ha inteso d'essersi fatto sempre. Il pro-

prietario intelligente ed attento deve durar fatica per far tentare qualche cosa di nuovo; ed anche quando i tentativi riescono felicemente, il contadino non si sa indurre a scostarsi dalle vecchie sue pratiche. E così quando l'ultimo cardinale de' Medici nella sua fattoria di Lapeggio volle che tutt'i lavori della vendemmia e del vino si facessero in fasi contrarie, e come a dispetto della luna, i contadini non si diedero ancora per vinti, nel vino, che riuscì anzi migliore dell'ordinario, s'immaginarono essi che vi fosse qualche cosa di magico, e continuarono negli anni dopo a lavorare come prima. Però non è che una semplice immaginazione il fatto principale che suole addursi per provare l'influenza della luna sui vegetabili, l'antica pratica e l'esperienza dei contadini. I contadini non hanno alcuna esperienza che possa addursi, o per l'una, o per l'altra opinione, nè per asserire, nè per negare che la luna influisca in qualche maniera sui prodotti della terra.

Tutti gli orti botanici dell'Europa sono i luoghi dove principalmente hanno a ricercarsi le osservazioni di questo genere: e negli orti botanici l'erbe, gli arbusti, e le piante

di climi differenti e d'indole più delicata si fanno vegetare senza mai consultare la luna. Alle osservazioni botaniche bisogna aggiungere quella dei giardinieri più industriosi, e più celebri, tra i quali meriteranno sempre d'essere nominati la Quintinie, ed il Normand, che per servire al lusso ed alle delizie di Lodovico decimoquarto, seppero l'un dopo l'altro in quei giardini tanto fastosi vincere le difficoltà del clima e delle stagioni, senza accorgersi mai di alcuna variazione che avesse qualche analogía con le diverse fasi della luna. Nel regno di Lodovico decimoquinto sono stati prestati al sig. Du-Hamel tutt'i mezzi di fare delle esperienze più in grande: ed io mi ricordo ancora con piacere d'avere inteso da lui medesimo, che avendo egli fatto tagliare diciotto piante nel primo giorno, ed altre diciotto nel giorno quindicesimo di ciascun mese dell'anno, ed avendole fatte segare il giorno dopo, e lavorare alla stessa maniera; in tutte le 432 piante non ritrovò alcuna differenza corrispondente alle diverse fasi della luna piena, o falcata. Tutto il divario era che i legni tagliati in estate, quantunque di fibre più consistenti, fendevansi più facilmente: e così, tutto considerato, con-

cludeva quell'illustre filosofo, ch'era meglio fare il taglio d'inverno. Vitruvio pure avea prescritto di fare il taglio delle piante dal fine di autunno sino al principio di primavera. Collumella, Vegezio, Plinio volevano che nel taglio si avesse da riguardare il giorno della luna. Il tempo e l'osservazione fanno ora vedere la superiorità che il maestro degli architetti avea sugli altri raccoglitori delle supposte regole d'agricoltura.

Coi lumi di questo secolo si può andare ancora più avanti. La fisica libera e ardita ci lascia adesso salire dagli effetti alle cagioni: e l'algebra ci dà il segreto di sottomettere al calcolo e gli uni e le altre. Luce ed attrazione sono i soli due principj con cui la luna può agire sul nostro globo. Il calcolo della prima è stato fatto dal sig. Bouguer, e quella luce, che ci rende tanto amene e deliziose le notti del plenilunio, non si è trovata che una parte trecento millesima della luce del mezzogiorno. Sono riusciti lungamente vani i tentativi dei fisici inglesi, tedeschi, francesi, ed italiani per vedere se condensando la luce lunare, anche cogli specchi più grandi, e facendola cadere sul termometro, vi si potesse portare qualche variazione. È convenuto dare come una

nuova forma al termometro perchè la variazione vi divenisse sensibile. Ma poichè condensando la luce ripercossa a noi dalla luna sino a trecento volte, come facevano gli specchi ustorj di Hooke, Tschirnhaus, de la Hire, e Taglini, non si avea alcun moto nei termometri di Amontons e di Farenheit, il giudizioso esperimentatore non aspetterà più che la luce lunare abbia un' azione sensibile sulla terra, sull'erbe e sulle piante, e lo scrupoloso calcolatore non vi aspetterà più che una parte trecento millesima dell'azione del sole; cioè non farà più caso della luce dei pleniluni, che per la comodità del passeggio, e volgerassi a cercare se vi sia qualche cosa di più nell'azione della gravità mutua ed universale.

Questa universal forza, questa legge primitiva e sovrana, che regola tutt' i fenomeni più maestosi della terra e del cielo, in tutt'i suoi vari rapporti, è adesso conosciuta abbastanza: negli ultimi quarant'anni con lo studio de' principali matematici dell' Europa si è finalmente condotto a termine il lavoro già incominciato, e preparato nei principj del Newton. Quest'è forse il lavoro più fino che sia uscito dalle mani degli uomini, ed è forse di qui che dovrebbesi principiare l'elogio

dello spirito umano. Seguitando il filo dei calcoli, e il risultamento delle leggi generali della gravità, abbiamo conosciuta la figura, e i vari movimenti della terra, del mare e dell'atmosfera; ci siamo familiarizzati con le terribili comete, e conosciamo sin le più piccole aberrazioni dei pianeti, della luna e degli altri satelliti. L'utilità anche qui corrisponde ben largamente alla sottigliezza delle ricerche: e il Teorico Inglese va adesso con un libro di tàvole misurando il cammino della nave in mezzo a tutte le vicende dei mari più procellosi.

Con la scorta delle teorie si è saputo precisamente ciò che la luna arriva a fare sul nostro globo. In primo luogo l'attrazione esercitata dalla luna in quel più di materia, che nella terra sferoidica sovrabbonda intorno all'equatore, combinandosi coll'attrazione esercitata dal sole, produce una piccola deviazione dal piano dell'equatore: l'equatore passa a tagliare il piano dell'eclittica sempre più addietro per un arco di cinquanta secondi per anno, e gli equinozi da un anno all'altro anticipano di altrettanto. In secondo luogo la luna, declinando pochissimo dall'eclittica, produce da sè sola un altro ancor più piccolo bilanciamento dell'asse della terra,

che ha un periodo di diciotto anni e sette mesi, e che da una parte e dall'altra non porta una variazione maggiore di nove secondi. Dall'amena cima di Greenwich questa così menoma oscillazione non ha potuto sfuggire agli occhi del Bradley. In terzo luogo, la luna si combina nuovamente col sole nel tanto vario e costante fenomeno del flusso e riflusso del mare: fenomeno in cui scherzano adesso tranquillamente i giovani calcolatori, e che indusse una volta quell'antico filosofo a gettarsi nel mare per la disperazione di non arrivare ad intendere le ragioni.

Ma l'invariabilità dei fenomeni del mare, e la variabilità estrema di quelli dell'atmosfera, anche senza entrare nell'esame e nel calcolo delle cause, non ci fanno sentire accertatamente che gli uni e gli altri non possono provenire dall'istessa causa invariabile? Il tempo e la durata delle maree, massime e minime di tutto l'anno, e di ciascun mese lunare, si possono prevedere anticipatamente e senz'errore. In tutt'i porti di mare si sa che se l'alta marea in un dato giorno cade sulle dieci ore, nel giorno susseguente arriverà per l'appunto a dieci ore e cinquanta minuti: si sono già distese le tavole che non sono giammai

smentite dal fatto delle successioni di tutte queste vicende; si sa a che possono montare le variazioni originate dalle altre cause accidentali dei venti e delle correnti. Le variazioni che l'atmosfera ci presenta continuamente, e nello stesso tempo in diversi luoghi, e nello stesso luogo in diversi tempi, sono tanto grandi, che dove qualche volta le piogge quasi continue durano tre o quattro mesi, si hanno qualch'altra volta tre, e quattro mesi di un tempo continuamente buono e sereno. I primi sei mesi dell'anno 1704 nella nostra Lombardia furono di una pioggia quasi continua; e il buon tempo si conservò dal principio del mese di dicembre del 1778 sino al mese di aprile dell'anno susseguente. E com'eransi allora sospesi tutti gli influssi dell'apogeo, del perigeo, e dei così detti punti lunari?

Quest'è un fatto solenne, che può bastare al disinganno del popolo più minuto. Il sottile algebrista può internarsi nella cognizione di alcune altre verità più recondite. Le stesse formole algebriche, che nelle variazioni delle maree danno tanta parte alla luna, e sino due volte e mezzo di più che al sole, non danno poi in un fluido, che sia 850 volte

più raro dell'acqua, siccome è l'aria, alcuna variazione che ci possa riuscire sensibile, nessun ondeggiamento analogo a quel vento orientale, e perpetuo che tra i due Tropici viene eccitato dal calore giornaliero del sole, nessun accrescimento di altezza, o diminuzione, di cui ci possiamo accorgere nei barometri. Ho già spiegato bastantemente le dette formole nella Cosmografia, ed ho fatto vedere particolarmente che il perpetuo vento della Zona torrida non ha nulla di comune col flusso e riflusso del mare. Ho fatto vedere ancora che se la curiosità del calcolo si volesse portare sino alle frazioni più piccole, si troverebbe che nel passaggio della luna e del sole dall'orizzonte al meridiano, in ciascun giorno l'altezza del mercurio non può crescere di più di un quarantottesimo di linea per l'azione della luna, e di un centesimo per l'azione del sole. Si troverebbe di più, che in tutto un mese dalla congiunzione, o dall'opposizione della luna col sole, sino ai primi, o agli ultimi quarti, non vi sarebbe altra variazione che dalla somma alla differenza di un quarantottesimo e di un centottesimo di linea. E finalmente si troverebbe, che, avendo riguardo ancora alla differenza

delle distanze, la variazione del mercurio nei barometri non arriverebbe più che ad un trentasettesimo di linea nelle minori distanze della luna, e sarebbe di un cinquantasettesimo nelle maggiori.

In questa luce della filosofia, mentre gl'influssi metereologici della luna erano così ridotti ad una piccola frazione aritmetica, ed al fisico niente, si sono pubblicate in Padova le Osservazioni Barometriche fatte dal sig. Marchese Poleni, e dopo la di lui morte continuati diligentemente dal celebre sig. Toaldo sino al termine di 48 e più anni. Con le osservazioni medesime se ne sono ancora pubblicati i risultamenti principali, che risguardano i cambiamenti del tempo, le variazioni delle altezze barometriche, e le previdenze di tutta l'agricoltura. I risultamenti sono: in primo luogo che le altezze del mercurio nei barometri si fanno anzi maggiori quando la luna è più lontana dalla terra che quando è piu vicina, e se n'è valutata la differenza media di circa una mezza linea del piede inglese: in secondo luogo che nei quarti della luna le altezze medie, e ragguagliate del mercurio, sono maggiori di circa un sesto di linea che nella congiunzione e nell'opposi-

zione della luna col sole: in terzo luogo, che i cambiamenti dei tempi sono più del doppio frequenti nei primi, e negli ultimi quarti che nei plenilunj, e noviluni, e sono poco meno frequenti del doppio delle minori distanze della terra, e della luna, che nelle maggiori. L'Accademia di Montpellier l'anno 1775 coronò col premio la dissertazione, in cui, dopo molte osservazioni intorno all'influenza generale delle meteore sulla vegetazione, il sig. Toaldo avea ridotto ad alcuni particolari aforismi l'influenza della luna sulle meteore.

Nel tomo quarto degli Atti Elvetici, e negli Atti dell'Accademia di Berlino del 1771, il sig. Lambert, volendo ricavar similmente dalle osservazioni metereologiche se nell'altezze del mercurio vi fosse qualche variazione sensibile che corrispondesse alla variazione delle distanze della luna dalla terra, prese per base le osservazioni fatte dal sig. Doppelmayer a Norimberga per undici anni consecutivi dal 1723 sino al 1742. Ma i risultamenti delle osservazioni di Norimberga sono assai differenti da quelli delle osservazioni di Padova. Il sig. Lambert ricavò da quelle osservazioni ciò che già si sapeva dalla teoria che l'altezza

media, e ragguagliata del mercurio nei barometri in tempo della luna più vicina, e perigea non differisce sensibilmente dall'altezza media in tempo della luna apogea. In vece ritrovò egli un' altra differenza, che non risulta nè dalle osservazioni di Padova, nè dalla teoria della gravità. Nelle tavole del Doppelmayer le altezze barometriche in tempo della luna perigea risultano maggiori che in tempo della luna apogea tutte le volte che l'apogeo della luna si ritrova nei punti equinoziali: ed al contrario, quando l'apogea della luna è nei solstizi, le altezze barometriche corrispondenti alla luna apogea risultano maggiori di quelle che corrispondono alla luna perigea.

Essendo i risultamenti così diversi, se vi fosse luogo alla scelta, il più lungo periodo di tempo, e l'eccesso degli anni quarantotto sopra undici, darebbe la preferenza alle osservazioni di Padova. Ma queste ancora nell'irregolarità del progresso presentano all'occhio dell'avveduto numeratore delle differenze tanto grandi, che non si possono conciliare tra loro, nè lasciano in alcun modo conoscere le tracce della natura. Per esempio dall'anno 1725 sino al 1732 l'altezza ragguagliata del mer-

curio, essendo la luna apogea, fu in sett'anni maggiore dell'altezza corrispondente alla luna perigea, e fu minore in un anno solo: la somma di tutti gli eccessi fu di line $37 \frac{1}{2}$, e la differenza negativa fu di una linea e due terzi: e così la differenza media, e ragguagliata restò positiva, e fu di linee $4 \frac{1}{2}$. Per lo contrario, dall'anno 1741 al 1748, in altri otto anni, la differenza dell'altezza corrispondente alla luna apogea, e dell'altezza corrispondente alla luna perigea, fu cinque volte negativa, e tre positiva: la somma delle differenze negative fu di linee $16 \frac{1}{4}$: la somma delle positive di $8 \frac{1}{2}$, e così la differenza media di quelli otto anni fu negativa, e di quasi una sola linea.

Vi è adunque un' aperta contraddizione non solamente tra le osservazioni fatte in diversi luoghi, ma ancora tra le osservazioni fatte nel medesimo luogo in diversi periodi di tempo. Prendendo insieme le osservazioni di tutt'i quarantott'anni, e ragguagliando tra loro tutte le altezze medie del mercurio, l'altezza media delle medie sarebbe maggiore di una mezza linea nell'apogeo della luna che nel perigeo, e nei due quarti sarebbe maggiore di un sesto di linea, che nelle lune

nuove e piene. La contraddizione di questi risultamenti con la teoria non è solamente nella quantità delle variazioni, che risulterebbe tanto maggiore di quel trentasettesimo di linea, che il calcolo rigoroso e preciso fa corrispondere alla più grande azione della luna, ma è ancora nella legge e nell' ordine delle variazioni medesime. Perchè così le altezze medie del mercurio risulterebbero maggiori quando, essendo più lontana la luna, deve avere una forza minore per turbare l'equilibrio dell'atmosfera; e così pure le altezze risulterebbero maggiori nei quarti, quando non può contarsi che sulla differenza delle due forze del sole e della luna: e sarebbero anzi minori nel plenilunio quando le due forze concorrono insieme a produrre il medesimo effetto.

Per indicare l'origine di questa opposizione dei risultamenti io non vorrei già spargere qualche dubbio sull'esattezza delle osservazioni fatte da tanto abili e diligènti osservatori. Più tosto avrei qualche dubbio intorno al metodo di fissare l'altezza media del mercurio, e la media delle medie. Il sig. Marchese Poleni non ha notato che le semplici altezze del mezzogiorno. Quand'anche si notas-

sero tutte quante le variazioni del giorno e della notte, il medio aritmetico di tutte le altezze non darebbe già l'altezza media e ragguagliata. Rogero Cotes ha già portato la luce della geometria su tutte le ricerche degli errori medj, dei prezzi medj, e delle quantità medie: ricerche, che si credevano una volta di semplice speculazione, e che si è veduto poi di quale importanza siano sin nei mercati e ne' banchi pubblici. Ha dunque avvertito il Cotes, che tutt'i problemi di questo genere si riducono al problema meccanico di ritrovare il centro di gravità. Per adattarne le regole al caso, di cui trattiamo, bisognerebbe sapere tutte le altezze vere del mercurio, moltiplicare ciascuna di esse per il tempo corrispondente, sommare tutt'i prodotti, e dividerli per il numero delle altezze osservate. Noi non abbiamo ancora una serie d'osservazioni di questo genere, su cui si possa discorrere fondatamente.

Intorno ai cambiamenti del tempo e delle stagioni io non saprei veramente qual metodo proporre per averne una serie di concludenti osservazioni: non saprei bene come fissare i precisi limiti oltre i quali, o si dovesse incominciare a contare il cambiamento del tempo,

o si potesse ancora risguardare come il tempo medesimo di prima. Dirò solamente che nelle osservazioni di Padova, essendosi messo tra i punti cambianti il gagliardo vento, la pioggia, la neve, la grandine, la procella, non vedo come si sieno poi messe tra i punti non cambianti, le nuvole, le caligini, e le variazioni del barometro, che portano sempre una variazione analoga nell'atmosfera. Avrei potuto desiderare la specificazione del numero preciso dei giorni, e delle ore, a cui si riferivano i cambiamenti dei tempi per potervi applicare le regole di Cotes. Mentre dicendosi solamente che i cambiamenti si sono osservati per alcuni giorni, e prima, e dopo ciascuna fasi della luna, nei plenilunj, nei novilunj, nei primi e negli ultimi quarti senza alcun' altra indicazione della durata di ciascun cambiamento, non vi è più maniera di ragionarvi sopra, e di cavare dalle osservazioni qualche filosofica conseguenza

Ma quand'anche fosse fissato il metodo più preciso di osservare i cambiamenti dei tempi, e le altezze medie del mercurio nei barometri, vi sarebbe un' altra considerazione da fare. Le osservazioni delle altezze barometriche, e della costituzione dell'atmo-

sfera dipendendo da tante cause accidentali, e queste combinandosi insieme in tante maniere differenti, tutte le combinazioni non si possono pareggiare se non dopo un lunghissimo periodo. Onde se, per esempio, in dodici ore avanti e dopo il plenilunio le variazioni si trovassero veramente maggiori e minori che in altre dodici ore avanti, e dopo il primo quarto, un severo ragionatore non vi avrebbe da ricavare nessun'altra conseguenza se non che questa è una delle infinite combinazioni possibili, e però i risultamenti di cinquanta anni di osservazioni non darebbero alcun lume per ciò che avesse a succedere nell'anno cinquantunesimo. La moltiplicità delle combinazioni può ancora suggerire la ragione di tutte le differenze che si trovano nelle osservazioni già fatte in diversi luoghi e in diversi tempi, e senza fare alcun torto alla diligenza degli osservatori, senza mettere in contraddizione il fenomeno delle variazioni atmosferiche con la teoria della gravità, che corrisponde tanto minutamente a tutti gli altri fenomeni della natura, le variazioni osservate sinora si possono attribuire ad una semplice casualità di cause differentemente combinate in luoghi, ed in tempi differenti.

Non può mancare in quest' unico caso la chiave maestra, che serve per tutte le cifre più arcane della natura, la legge universale, che regola l'organizzazione dell'universo dagli ultimi confini delle comete sino alla piccola nutazione dell'asse della terra, il principio grande e fecondo, che tanto più esattamente si verifica negli altri fenomeni quanto più scrupolosamente vi si fa applicare col calcolo. Quando il calcolo ragionato, e preciso, quando le leggi generali e primarie della natura si trovano in contraddizione con alcune osservazioni, e le osservazioni si trovano anch'esse in contraddizione tra loro, un filosofo, e un matematico deve attribuire le differenze dei risultamenti ad una casuale combinazione di varie cause particolari; non deve allontanarsi in tutt'i suoi ragionamenti dalle cause e dalle leggi generali, e però deve rinunziare a tutte le ipotesi degl'influssi lunari, raccomandando al laborioso agricoltore di regolare i suoi lavori non già sulle fasi della luna, ma sulla giornaliera ed annuale azione del sole.

II.

DEI CONDUTTORI ELETTRICI.

Dopo che il sig. Franklin ha saputo immaginar la maniera di preservare gli edifizi dal fulmine coll' erezione dei conduttori, dopo che se ne sono visti gli effetti in tanti luoghi di America, d' Inghilterra e di Francia, non hanno mancato i filosofi d'Italia di proporne, e d'imitarne, per quanto hanno potuto, l'illustre esempio. I loro voti sono stati secondati dalla suprema autorità: si sono eretti per ordine pubblico dei conduttori nel nuovo Archivio pubblico di Milano, nei magazzini a polvere della Toscana, nel Campanile di S. Marco di Venezia, nell' Osservatorio di Padova, e in molti altri luoghi. Tutte le persone di lettere devono festeggiare con un'intima compiacenza il trionfo della Filosofia, l'epoca fortunata e gloriosa, in cui sono divenute comuni le massime, e in quelli che governano e reggono le nazioni, e in quelli che cercano d'instruirle co' loro studi. Il popolo, se non arriva ad intenderne le ragioni, se non può penetrar negli arcani dell' Elettricità, delle Meteore e del Cielo, deve rispettar sem-

pre e onorare, e chi ha la superiorità dei talenti di suggerire qualche cosa di utile, e chi ha l'autorità suprema di ordinarne l'esecuzione.

Il non esser mai state danneggiate da fulmine tante fabbriche premunite coi conduttori di qua e di là dai monti e dal mare, nel corso di circa sei lustri dopo la prima invenzione; il non esser seguito alcun male nel pubblico Archivio di Milano in sei anni, che già sono decorsi dopo la fabbrica dei conduttori, mentre nell'Aguglia del Duomo sono caduti con notabile danno tre fulmini solamente nell'anno 1779, e quattro nell' anno precedente; il paragone di quanto è seguíto in altri luoghi, e prima e dopo che fossero premuniti contro tutta la furia dei temporali, è un fatto sicuro, e pubblico, che potrebbe bastare al disinganno del popolo. L'osservazione costante che tutt'i danni e tutte le rovine cagionate dai fulmini incominciano solamente dove finisce la continuazione delle verghe di ferro, dei fili di metallo, e di altri corpi permeabili al vapore elettrico; per chi ha la curiosità d'informarsene, è un' altra sicura prova che non vi sarebbe più danno alcuno se i fili di metallo fossero continuati sin dove l'elettricità si potesse disperdere

liberamente. Lo spirito dell' invenzione, e la ragionata serie delle sperienze, che hanno condotto gradatamente i maestri dell'elettricità dalla scintilla elettrica sino alla cognizione dei fulmini, è una prova ancor superiore per tutti quelli che coltivano gli studi fisici: ed è poi uno spettacolo, che interessa generalmente la nostra specie, di vedere in che modo vi sorgano di tanto in tanto dei geni grandi e sublimi, che non s'arrestano per veruna difficoltà, e che sottomettono al ragionamento ed al calcolo tutt'i fenomeni più maestosi della terra e del cielo.

L'anno 1749 fu l'epoca, e la città di Filadelfia in America fu il luogo della prima invenzione. Sino d'allora il sig. Franklin avendo paragonate insieme tra loro tutte le sperienze del fiocco, della scintilla, dello scoppio elettrico, e tutte le osservazioni, che avevansi sulle tracce e su gli effetti del fulmine, riscontrò nell' elettricità artificiale, e nel fulmine le proprietà comuni della luce, dei colori, dell'odore sulfureo, dello strepito, della direzione serpentina, della facilità di passare attraverso ai metalli, di fonderli in qualche parte, di rompere gli altri corpi, di ferire, ed uccidere gli animali, accendere le sostanze

infiammabili, dare, cambiare, togliere la forza magnetica agli aghi. L'arte vi fa vedere più in piccolo ciò che la natura ci rappresenta qualche volta più in grande: ma i fenomeni e più grandi, e più piccoli sono tutti del medesimo genere: vi è sempre tutta l'analogia tra la luce elettrica e il lampo, tra lo strepito elettrico e il tuono, tra la scossa elettrica e il fulmine.

Per assolutamente decidere se il fuoco elettrico e il fulmine fossero la stessa cosa, nell'anno 1752 il sig. Franklin immaginò due ben grandi ed arditi esperimenti: il primo, di spignere sino alle nuvole qualche cervo volante, cui volgarmente noi diamo il nome di cometa; il secondo di alzare una verga di ferro sulla cima di qualche torre, e di vedere se in un caso e nell'altro, avvicinandosi qualche nuvola, si avessero dei segni elettrici, e e nella verga di ferro, e nella cordicella inumidita del cervo. Quest'era il modo di penetrare sino al centro delle nuvole, e di analizzare la materia che vi è rinchiusa. L'esperimento del cervo volante fu subito eseguito dal Franklin. Ma aspettando egli che in Filadelfia si terminasse la fabbrica di una torre per alzarvi la verga di ferro, ed essendosene

saputa l'idea in Inghilterra ed in Francia, ne fu eseguito subito l'esperimento in vicinanza di Parigi per ordine, e sotto agli occhi del Re defunto.

Ambidue gli esperimenti furono poi ripetuti generalmente per ogni parte dell'Europa, e l'esito fu costantemente lo stesso. Al primo apparire d'un temporale s'ebbero sempre nei cervi volanti e nelle spranghe non continuate sino a terra, tutt'i fenomeni elettrici; scintille, punture, scosse, movimenti reciproci di attrazione e di ripulsione. Ma inoltre il sig. Romas facendo le sperienze dei cervi volanti a Nerac, nel 1753, v'ebbe dei segni elettrici così vividi da non potersi accostare senza pericolo a meno di due piedi di distanza dalle cordicelle dei cervi, dov'erano bagnate dalla pioggia, e dove lasciavano per conseguenza un passaggio più libero all'elettricità. Anche il sig. Richmann a Pietroburgo erasi accorto nell'anno stesso del rischio di soverchiamente accostarsi ad una verga di ferro, che dalle nuvole non fosse continuata sin sotto terra. Anzi erasi immaginato un indice per ben conoscere la graduazione della forza elettrica: lo avea collocato in vicinanza della sua spranga, che non essendo continuata

sino a terra poteva richiamare a sè più materia senza offerire alcun esito: lo stesso giorno, che gli è stato fatale, vi avea riscontrato quasi la stessa forza delle ordinarie macchine elettriche. Ma poi non avendo egli seguitato coll'occhio le successive variazioni dell'indice, nella furia maggiore del temporale, alla distanza di circa un piede dalla spranga, ne trasse il fulmine, e cadde vittima di una inconsiderata curiosità.

Con una vittima così illustre si finì di provare l'identità del fuoco elettrico, e del fulmine; e furono avvertiti i filosofi che non si poteva sempre scherzare impunemente col cielo. Essi però non perdettero il coraggio, e cercarono la maniera di scherzar sempre impunemente: altri sospesero in vicinanza al conduttore dei campanelli, o dei fili, che coi loro movimenti indicassero quand'era troppo forte l'elettricità; altri accostarono al luogo delle sperienze come un secondo conduttore che scaricasse dal primo e disperdesse il soverchio vapore elettrico. La contrarietà dei segni elettrici, che si osservano nelle punte unite alla macchina, o avvicinate esteriormente, aveano già indotto il Franklin a credere che qualche volta il vapore elettrico nella

macchina sia d'una forza maggiore che nei corpi circonvicini, e da quella si scagli in questi, onde l'elettricità della macchina possa riguardarsi come positiva, e per eccesso; e che poi qualche volta sia maggiore la forza e la quantità del vapore elettrico nei corpi circonvicini, onde l'elettricità della macchina possa riguardarsi come negativa, e per difetto. La stessa contrarietà dei segni elettrici, del fiocco, e della stelletta, si osserva ancora nei più alti strati dell'atmosfera paragonati alla superficie della terra. Qualche volta le punte dei Conduttori danno un largo fiocco, e qualche volta la semplice stelletta: e così qualche volta l'elettricità si dirige dalle nuvole alla terra, e qualche volta dalla terra alle nuvole.

Vi è un'altra osservazione del Franklin, che conduce più da vicino alla compita fabbrica dei conduttori: l'osservazione della maggior forza, con cui i corpi metallici, quando sono acuminati e appuntati, assorbiscono il vapore elettrico dai corpi elettrizzati, e lo disperdono in quegli altri corpi che hanno un minor grado di elettricità. Io posso confermare questa verità con ciò che ho osservato in Milano nella torre dell'illustre casa Stampa di Soncino. La torre ha sulla cima

una croce sostenuta da un' aquila, l'una e l'altra di ferro indorato. L'aquila è sostenuta da un globo di ottone, pure indorato, di circa un braccio di diametro, e il globo da due colonne di marmo. Al disotto di esse vi sono due ordini di ringhiere di ferro. Intorno alla ringhiera superiore si contano 64 lastre quadrangolari di ferro, alte due braccia in circa; e sei di esse, che sono assai più alte, s'aprono sulla cima in cinque lunghe punte ciascuna: in cima alle altre sono distribuiti 38 globi di ottone tra piccoli e grandi. La ringhiera inferiore è di 76 lastre consimili, e di 46 globi di ottone. Molti di questi globi, e in una ringhiera e nell' altra, sono forati e fusi per qualche parte. La qualità della fusione, e il contorno dei fori mi è parso un indizio sicuro dei fulmini che vi sono caduti, o che vi sono passati dalla cima della croce; e non essendovi memoria alcuna di fulmini arrivati a danneggiare nè la casa, nè il vicinato, non ne ho saputo attribuire la dispersione che alla moltiplicità degli angoli e delle punte.

Posti tutti questi principj della forza maggiore delle punte per tirare a sè, o disperdere il vapore elettrico, dell'analogia che passa tra il fulmine e l'elettricità del passaggio

più libero che trovasi nei corpi metallici; per progettare la fabbrica di un conduttore, e preservare gli edifizi dal fulmine, non faceva più di bisogno che di connettere insieme le idee. Un filo di metallo di una sufficiente grossezza, acuminato alla cima, e continuato inferiormente sino alla comunicazione libera della terra inumidita, e dell'acqua, deve impedire che nelle nuvole, e nei vapori, per un certo tratto all'intorno del filo, non si accumuli il vapore elettrico, e non preparilo scoppio di qualche fulmine; e, oltre di ciò, quando non si formasse già il fulmine all'intorno del filo, ma vi venisse spinto da venti con qualche nuvola più di lontano, la materia del fulmine deve sfilare al lungo del conduttore, diffondersi, diradarsi, disperdersi in tutta la massa della terra.

Questi due differenti effetti di prevenire la formazione del fulmine, e di dirigerlo quando sia già formato, meritano di essere ben distinti tra di loro. In Europa al primo annunzio delle Scoperte Americane non si pensò che ad impedire coi conduttori l'accumulazione del vapore elettrico nelle nuvole. Ma non è meno meraviglioso, nè meno importante l'altro effetto di ben dirigere il colpo di un fulmine

di già formato. Ed è in oltre da considerarsi che ambidue questi effetti sono precisamente i medesimi, comunque l'elettricità d-lle nuvole procellose sia per eccesso o per difetto. Mentre nel caso che il vapore vi sovrabbondi, deve il di più sfilare per la punta, e al lungo del conduttore sino a disperdersi in tutta la massa con cui comunica; e nel caso che si avvicini alla punta una qualche nuvola di minor forza elettrica, vi si deve somministrare dalla terra e dal conduttore tutto ciò che vi manca per mettersi in equilibro. Quest'è l'ipotesi più comune che ho cercato di rischiarar maggiormente, scrivendo trent'anni fa alla nostra Accademia di Pietroburgo. Forse mi verrà l'occasione di proporre un' altra ipotesi ed alcune altre viste, che potrebbero forse condurre alla vera cagione dell'elettricità, ed a legare tanti fenomeni, che si riguardano ancora come isolati, ad un principio comune e generale. Ma tutte le ipotesi, che si possono sostituire a quella dell' elettricità accumulata da una parte, e mancante dall' altra, poichè partono dai medesimi fatti, devono portare ai medesimi risultamenti.

In qualunque ipotesi l'azione del conduttore si stenderà sino ad una certa distanza

tutt'all'intorno; ed oltre a quel recinto, che si può credere col conduttore bastantemente riparato dal fulmine, non è mai da immaginarsi che le altre fabbriche più lontane diventino di condizione peggior di prima. Mentre se vi è azione d'un conduttore in un luogo dato, questa non può essere se non offerendo un passaggio libero alla materia elettrica e fulminea; e, ciò posto, non può riuscire che di vantaggio ai luoghi ancor più rimoti, che si mantenga ad una certa distanza più diradato il vapore elettrico, e che il cielo rimanga con qualche fulmine di meno. Il negare che un conduttore d'una sufficiente grossezza non basti per preservare un edifizio dai fulmini è un'ignoranza dei fatti meteorologici e fisici. Il temerne per le altre fabbriche vicine è ancora un peggio: è un errore d'inconseguenza. Così adunque tutto ciò che rimane da ricercarsi intorno ai conduttori, si riduce ai limiti della grossezza, ed al numero che ne può abbisognare per una data estensione.

Il Franklin preferiva il ferro agli altri metalli unicamente per risparmio di spesa, ed avea suggerito d'indorarvi la punta, per la lunghezza di cinque o di sei pollici, a fine di prevenirvi la ruggine. Poi osservò che a New-

bury nella nuova Inghilterra un filo di ferro, della grossezza di un ago da calze, lasciò passare innocuamente nel 1754 un fulmine così furioso, che dove il filo non era più continuato, scompose la base di un campanile, gettandone delle pietre sino alla distanza di trenta piedi. Si credette adunque sicuro dalla furia di qualsivoglia altro fulmine dando alla spranga di ferro un pollice di diametro, ed attaccandovi un filo, istessamente di ferro; della grossezza di una penna da scrivere, continuato sino a tre o quattro piedi di profondità nella terra. Suggerì di difendere in questa maniera le fabbriche pubbliche, le case private, e le navi di mare; e ricercandosi una cautela ancor maggiore nei magazzini a polvere, propose di staccarvi i conduttori da tutto il corpo della fabbrica, di alzarli sino a 15 o 20 piedi al disopra, e di darvi la grossezza continuata di un pollice. La Società Reale di Londra gli presentò una medaglia d'oro in premio di averci insegnato a levare il fuoco dal cielo. Una Nazione libera, e vittoriosa lo premiò allora coll' amore, e con la stima universale. Ne' secoli più antichi il Franklin sarebbe stato contrapposto a Giove tonante e fulminante, come un Dio mansueto e pacifico dell'Olimpo;

Dopo quel tempo, nella Pensilvania, nella Carolina e nelle altre colonie inglesi, in quasi tutti gli edifizi pubblici, e in moltissime case private sono divenuti comuni i conduttori. L'America, che non avea saputo sino a quel tempo difendersi dall'artiglieria europea, insegnò all'Europa il modo di difendersi dal fuoco del cielo. Gl'Inglesi furono i primi ad approfittarsene nelle case private di città e di campagna; e in seguito fecero premunire coi conduttori ancora le principali chiese di Londra, il maestoso Tempio di S. Paolo e il Palazzo della Regina. Dopo qualche anno si videro moltissimi altri conduttori in tutto il continente dell'Europa, dal mare Settentrionale sino al Mediterraneo: e i vascelli maggiori e minori andarono con un filo di ferro ad affrontare le furie dell'atmosfera nei mari più lontani e più procellosi. L'amena e tanto colta città di Ginevra più di ogni altra si vide sparsa di conduttori. Di qua dalle Alpi s'è incominciato ad alzarne nel Valentino, e in altri luoghi del Piemonte. Io ne ho veduti alcuni in alcune case della Riviera di Genova, ed ho dato occasione di alzarne un altro nella deliziosa villa di Pegli del sig. marchese Lomellino, uomo tanto rispettabile per i suoi

studi, per i servigi che ha reso alla sua repubblica, e per gli onori che ne ha ricevuto sino alla suprema dignità del Dogato.

L'esito dimostrò pienamente quanto le scienze più astratte influiscono nella sicurezza e nei comodi della società. In tante fabbriche bersagliate e rovinate, o danneggiate considerabilmente dai fulmini nel nuovo e nel vecchio Continente, negli ultimi trent'anni non si è avuto il caso di qualche danno arrivato ad una fabbrica che fosse premunita col conduttore. Per esempio in quel furioso temporale che il giorno 12 di luglio del 1774 fulminò a Londra tre case e un brigantino posto a poca distanza sul Tamigi; il brigantino e due case rimasero assai maltrattate, mentre nella terza casa, che aveva un conduttore, il fulmine scoppiando non fece altro che fonderne un poco la cima. E così pure un vascello olandese rimase quasi interamente rovinato dal fulmine nella rada di Batavia, dove in non molta distanza l'altro vascello de' sigg. Bancks e Solander, che aveva un conduttore, fu interamente preservato da tutta la furia del temporale. In qualche luogo s'è dovuto piegare alla timida ignoranza di alcuni con far levare i condut-

tori: in nessun luogo non è mai seguito alcun male, nè dov'erano i conduttori, nè per un certo tratto all'intorno. Il caso delle Colonie Inglesi in America merita di essere più specialmente considerato. La costituzione fisica di quel clima è tale, che i temporali vi sono assai più frequenti che tra di noi, e sono d'una forza poco a noi conosciuta. Ciò non ostante, in trent'anni dopo la costruzione dei conduttori, essendo state fulminate con gravissimo danno tant'altre fabbriche, che non ne avevano, quelle che n'erano premunite rarissime volte furono toccate dai fulmini, e lo furono sempre senz'alcun danno. I casi dei fulmini caduti sui conduttori non furono che cinque: due nella Carolina Meridionale, uno nella Virginia, due a Filadelfia: e in tutt'i casi lo scoppio del fulmine non si manifestò che con una piccola fusione di qualche parte dei conduttori, senz'alcun danno delle fabbriche contigue.

Il temporale furioso di charles-Town del 12 agosto del 1774 diede un'idea più precisa della distanza a cui può stendersi l'azione d'un conduttore. Mentre essendosi allora rovinate sei case nel recinto della città, si trovò che nessun danno era arrivato alla

distanza di circa cento piedi da quelle altre che avevano i conduttori. Tra di noi non essendo così grande la furia dei temporali come in America, pare che ancora l'azione dei conduttori si stenda molto di più. Le osservazioni del Valentino e di altre fabbriche del Piemonte indussero il celebre P. Beccaria a credere che se ne potessero fissare i limiti dentro i 200 piedi. La stessa cosa si potrebbe dedurre dal fulmine caduto alcuni anni fa nella deliziosa villa de' sigg. principi di Belgioioso a Merate, più di 200 piedi lontano da un'alta torre, che allora era munita d'un conduttore. Il caso riferito in alcuni giornali di un fulmine caduto alla distanza di piedi 50 dal conduttore non può servire di regola generale, mentre la particolare costruzione di quel conduttore, ch' era pochissimo elevato, non ne dovea lasciar sentire l'azione più di lontano.

Secondo tutte queste osservazioni, per la difesa del pubblico Archivio di Milano, che ha circa 85 braccia di lunghezza e 35 di larghezza, sarebbe bastato un solo conduttore che incominciasse superiormente da una spranga appuntata di metallo della grossezza di circa un pollice, e che fosse continuato con la gros-

sezza di una penna da scrivere sino due braccia sotterra. Ma trattandosi di una fabbrica di tanta importanza, vi si è duplicato il conduttore, appunto come s'è praticato nei magazzini a polvere di Ginevra. Si è ancora voluto abbondare in tutte le altre cautele. S'è preferito il rame al ferro, come il metallo, ch'è meno soggetto alla ruggine, e che dai nostri artefici si purga meglio da tutte le parti eterogenee. Le due spranghe di rame si sono fatte della grossezza di due once ciascuna, e dell'altezza di due braccia; e ciascuna s'è fatta terminare superiormente in cinque punte indorate. Sono esse impostate su due cilindri di vetro dell'altezza di poco meno d'un braccio, e i cilindri sopra due travi di circa quattro braccia di altezza: e così le punte restano per circa sette braccia sollevate sopra del tetto. Dal piede delle spranghe, e sotto una specie di cappello di rame, che serve di riparo alla pioggia, si sono tirate sino all'acqua sorgente sotterra due trecce di tre fili di rame, ciascuno de' quali è della grossezza di una penna da scrivere.

L'isolamento del conduttore può riguardarsi come superfluo, perchè i metalli assorbendo il vapore elettrico copiosamente, a pre-

fererenza di qualunque altro corpo, quando siano di una grossezza sufficiente, devono dare uno sfogo libero al vapore elettrico, che si accumuli tutt'all'intorno. La sola precauzione da aversi è che il conduttore non comunichi con altri rami di metallo, che non siano continuati, e che possano chiamare a sè una porzione dello stesso vapore senza lasciare un esito libero, e non interrotto sin dove possa disperdersi fra terra. Per un sopra più di cautela si è staccato il conduttore dal tetto, dalle finestre, e da tutta la parte interna dell'Archivio. Nel conduttore eretto in un altro luogo in Milano tre anni fa, ho pure avuto l'avvertenza di tenerlo isolato, facendolo passare per grossi tubi di vetro, dove restava vicino a qualche chiave di ferro, e ai piombi delle finestre; e in vece di farvi indorare la punta, vi ho fatto mettere una lastra d'oro, puntata, conica, e fermata con alcune viti sulla cima di una grossa spranga di rame.

III

DELL'AZIONE DELL'OLIO SULL'ACQUA.

Ai tempi di Cicerone, quando non vi era assurdo tanto grande che non si sostenesse da qualche filosofo, non dovea essere tanto grande il credito della filosofia. Le opinioni filosofiche non erano più corrette ai tempi di Plinio. La di lui Storia Naturale, l'estratto di due mila volumi, e di cento autori più celebri di quel tempo, ne contiene ancora tutti gli assurdi: un'assurda descrizione degli elementi e del cielo, una fisica falsa, una geografia spesse volte immaginaria. Le susseguenti vicende militari e politiche dell' Italia hanno fatto lungamente dimenticare gli studi buoni e cattivi; e quando si ripigliò qualche studio filosofico comparvero i Platonici, che vollero ridurre tutta la filosofia alle semplici idee, e dopo di essi comparvero i Peripatetici e gli Scolastici che la ridussero alle semplici parole. Si arrivò in questa maniera ai secoli decimoterzo e decimoquarto, che il Leibnitz diceva di riguardare come i più oscuri e i più barbari di tutti gli altri secoli antecedenti.

Dopo di allora risorsero a poco a poco in Italia le belle arti e le belle lettere: varie case sovrane gareggiarono insieme a proteggerle: dalla bella letteratura si fece qualche passo verso le scienze: s'incominciò dalla traduzione dei geometri e dei filosofi greci: si riformò il Calendario, si sparse l'opera di Copernico. Fu quella come l'aurora precorsa alla chiara luce che il Galileo poco dopo portò sulle scienze. Quell'epoca fortunata non deve celebrarsi tanto per le scoperte fisiche, meccaniche ed astronomiche, quanto per tutti gli esempi che ci ha lasciato il Galileo, della maniera di ragionare, di esaminare attentamente i principj, e di rettamente cavarne le conseguenze. Gli esempi hanno servito di norma agli autori più illustri, e da essi gradatamente si sono sparsi negli altri uomini: e così dopo quell'epoca sembra che gli uomini generalmente siano divenuti più cauti nella scelta delle loro opinioni, e più conseguenti e severi nei loro ragionamenti.

Non è per questo che i modelli delle opere del Galileo, del Sarpi, e neppure del Newton abbiano affatto corrette le ipotesi filosofiche, e tolto da esse ogni errore. Gli errori sono bensì minori di quelli ch' erano tanto comuni

una volta, quando sul semplice detto di un solo si sosteneva generalmente la solidità dei cieli, l'intreccio degli epicicli, la sfera del fuoco, l'appianamento della terra, e il galleggiamento di essa sulle acque. Ma l'errore accompagna sempre la natura umana: e così abbiamo visto con quale impegno, anche dopo i tempi del Newton, si sia sostenuta l'ipotesi dei vortici del Des-Cartes, quanto s'è affaticato Giovanni Bernoulli per ridurre tutt' i fenomeni della gravità al semplice impulso dei corpicelli sottilissimi della luce, come alcune idee del Leibnitz hanno dato occasione a tanti curiosi sistemi su gli elementi indivisibili dei corpi, sull' impossibilità del contatto, sulla catena di tutti gli esseri. Anche a'giorni nostri abbiamo inteso proporsi l'ipotesi, che le comete, urtando obbliquamente nel sole, ne abbiano staccato diversi pezzi, scagliandone i più grossi alle maggiori distanze, ed alle minori i più piccoli, e facendo che tutti si movessero intorno al sole con pochissima obbliquità di corso in orbite prossimamente circolari. Abbiamo inteso pure rinnovarsi a'giorni nostri le vecchie idee dell' influenza della luna sui vegetabili, e dell' efficacia dell'olio per abbonacciare le tempeste del mare.

Plutarco avea già detto che si calmavano i flutti del mare gettandovi sopra dell'olio, e per quest'opinione avea citato l'autorità di Aristotile. La stessa cosa fu dopo ripetuta da Plinio, con aggiugnervi ancora che si potevano calmar le tempeste spruzzando dell'aceto nell'aria. Tutti e tre quegli Autori non hanno dato gran credito ad una tale opinione. Essa è lungamente restata nella classe degli altri racconti di Plinio. A' giorni nostri si è cercato di farla passare nella classe delle verità fisiche. Si sono aggiunte alcune osservazioni, e il suffragio del sig. Franklin. L'autorità di quell'illustre filosofo, da cui la fisica elettrica ha ricevuto come una nuova forma, e da cui abbiamo imparato a spogliare de' suoi fulmini il cielo, non ha lasciato abbastanza sentire il paradosso di opporre una data quantità d'olio alle furie dell'Oceano. I Giornalisti e i Compilatori della moderna Storia letteraria si sono occupati più nel riferire che nell'esaminare le osservazioni: si è così guadagnata la pluralità dei voti in Europa: e in Olanda il sig. Lelyveld, dopo di aver fatto precorrere un libretto su tutto ciò ch'era giunto a sua notizia intorno all' efficacia dell' olio, propose quattro anni fa un premio a chi scio-

gliesse una o molte di diciassette questioni analoghe; e in esse ha dimandato sino la quantità precisa dell'olio che è necessaria per salvare dalle tempeste un vascello dato, e fino l'indicazione della struttura delle navi che hanno più o meno bisogno d'olio nelle tempeste.

L'autorità può aver luogo nelle materie di semplice erudizione. La filosofia non cammina che sulle tracce dei fatti e della ragione. Il nome del signor Franklin non sarà meno rispettato da tutt'i filosofi, perchè in alcune sue lettere abbia avanzato un fatto non abbastanza certo e sicuro. La sua memoria passerà alla più tarda posterità per tanti altri titoli più luminosi. Lasciamo l'autorità a parte, e ricerchiamo le osservazioni.

La prima osservazione del signor Franklin si è, che l'anno 1757 ritrovandosi egli in uno dei novanta vascelli, destinati contro Lovisburgo, s'accorse che le onde erano più unite e tranquille intorno a due vascelli, d'onde i cuochi aveano gettato dell'acqua grassa nel mare.

La seconda si è di aver egli calmato coll'olio in un giorno di neve l'ondeggiamento della gran vasca d'acqua che trovasi nel Green Parck di Londra.

La terza è d'avere inteso che i pescatori di S. Malò, tornando dal gran Banco, e dall'Isola di Terra Nuova, d'onde sogliono portare una grande quantità d'olio, ne gettano in mare delle botti, se vengono sorpresi da qualche violenta tempesta.

La quarta è che avendo versato il sig. Franklin un cucchiaio d'olio sul lago Clapham, dove le onde incominciavano a formarsi, la superficie dal lago, ch'era prima molto agitata, si calmò per molte verghe in quadro, e in poco tempo diventò così unita come se fosse stata di ghiaccio.

L'ultima osservazione di questo genere, che ho trovato nelle opere di Franklin, è l'attestato di un capitano di nave, che diceva di aver salvato il suo vascello coll'olio nell'andare a Batavia, aggiungendo però candidamente che nessuno in Batavia gli voleva prestar fede.

Prima di venire all'esame di tutte queste osservazioni bisogna contrapporvi quelle altre che fece lo stesso sig. Franklin col sig. capitano Bentinck in vicinanza di. Porstmouth, dove in tempo di un.gran vento, avendo gettato dell'olio nel mare, non osservarono alcuna variazione sensibile nell'altezza delle

onde, e videro solamente che sotto l'olio non era più così bianca la punta delle onde, nè si rompeva con tanta spuma. Vi si possono contrapporre ancora tutte le altre sperienze riferite nelle Transazioni Filosofiche del 1774, e fatte similmente innanzi a Porstmouth dai signori Franklin, Bentinck, Banks, Caraac, e molti altri, nessuna delle quali è riuscita. Così per questa parte la fisica non avrebbe acquistato che delle osservazioni contraddittorie, finchè non si trovasse la maniera di combinare o di rigettare le une o le altre.

In confronto delle osservazioni di Porstmouth non sono che molto piccole quelle che ho potuto fare io medesimo. Ciò non ostante, non tralascerò di dire che nell'autunno del 1775 ritrovandomi sul lago di Como col sig. Principe di Salm, ch'io non rispetto tanto per la sua nascita, che per le sue maniere, i suoi talenti e i suoi studi, ho fatto gettare in diversi luoghi dell'olio senza che mi accorgessi di alcuna variazione sensibile delle onde. Ho verificato il fenomeno anche più precisamente nel fiume di Bellano, che, dopo di essere sboccato dalle angustie de' monti, e da un'altezza considerabile nel lago, vi forma dei flutti assai alti. Quei flutti, che a

sole chiaro si vedevano coperti dall'olio sparso, non erano meno alti che i flutti circonvicini. Posso aggiugnere ancora che nell'estate del 1777, ritrovandomi in Venezia, mi sono portato due volte al Lido in compagnia di molti altri, ed avendo fatto sparger sul mare dei fiaschi d'olio, che in seguito era portato dal vento alla spiaggia, non ho potuto riconoscere alcun' altra differenza se non che le onde spumeggiavano meno nel rompersi.

Fermiamoci un poco su questo spumeggiamento. L'acqua essendo composta di parti più sciolte dev'essere d'una divisione più facile, e contenendo una maggiore quantità d'aria deve formare nel rompersi un numero maggiore di quelle piccole bollicine di spuma, che sono tanti globetti d'aria, coperti da un sottilissimo velo d'acqua. L'olio assorbisce una minore quantità d'aria, ed essendo composto di particelle più viscose o tenaci, in parità delle altre circostanze le deve rendere meno spumose, e deve così conservare nell'esterior superficie una maggiore equabilità. Per questa ragione i pescatori, quando vanno sott'acqua, vi gettano sopra dell'olio, acciò, restando più unita la sua superficie, lasci un passaggio più regolare alla luce: e se la profondità dell'acqua

non è molto grande, arrivano così a distinguere gli oggetti della pesca. Questa similmente è la ragione per cui i vitelli marini, nutrendosi ordinariamente di un pesce molto oleoso, e lasciandone trascorrere il sugo alla superficie del Baltico, lasciano ancora distinguere dalle coste di Svezia i luoghi dove si trovano. E questa ragione basterebbe ancora per ispiegare la prima osservazione del sig. Franklin: perchè le sostanze oleose gettate dalle navi nel mare, rendendone minore lo spumeggiamento, a chi osservava di lontano doveva far comparire le onde più uniformi. E non avendo soggiunto il sig. Franklin se in qualche maniera si fosse assicurato, che intorno a quei due vascelli le onde non arrivassero veramente all'altezza delle onde circonvicine, senza negare il primo fatto, il fatto si può rifondere in una apparenza ottica.

Oltre alla differenza dello spumeggiamento, vi è un' altra differenza che può trovarsi nella superficie dell' acqua cospersa d'olio. Dato che l'estensione non sia molto grande, dato che il vento spiri su tutta la superficie, in cui è l'olio, dato che lo sconvolgimento delle onde vi sia originato dall'azione immediata del vento, e non dall'azione e dall'urto delle onde più lontane, l'ondeggiamento dovrà es-

sere realmente minore. Perchè essendovi della ripulsione tra l'aria e l'olio, e le parti dell'olio essendo tra loro più unite, il vento vi sdrucciolerà sopra più facilmente, senza un maggiore sconvolgimento e dell'olio e dell'acqua. Questo può essere il caso del laghetto del Green Parck, e di altri piccoli recinti d'acqua, in cui si sono fatte delle sperienze. E così la seconda delle cinque osservazioni indicate può esser vera a rigore, senza essere in contraddizione con tutte le altre osservazioni fatte più in grande a Porstmouth, e in altri luoghi.

Le tre altre osservazioni del sig. Franklin non sembrano concludenti in nessun modo. Mentre non vi è nulla di strano che i pescatori di S. Malò nel tempo di una burrasca alleggeriscano le loro navi. Questo non basta all'intento. Bisognerebbe inoltre verificare se con gettare in mare le botti d'olio vi si diminuisca l'altezza, e la furia delle onde: il che non so come si possa ricavare dalle relazioni di semplici pescatori. Nella sperienza del lago Clapham quel cucchiaio d'olio, e quella riduzione della superficie del lago come allo stato del ghiaccio, ha un' aria d'esagerazione che fa dubitare di tutto il resto. E

finalmente la poca fede ritrovata in Batavia da quel capitano, che diceva di dovere all'olio la salvezza del suo vascello, equivale a tanti contrari attestati degli abili marinari, che arrivano in quel porto dopo le più pericolose e lunghe navigazioni. Però, lasciate a parte come non concludenti la terza, la quarta e quinta osservazione di Franklin, ammessa la seconda, e limitata al solo caso di piccoli recinti d'acqua, e ridotta la prima ad una semplice apparenza visuale, restano intatte, e senz'obbiezioni le altre sperienze già addotte contro la supposta efficacia dell'olio per sedare le tempeste del mare.

E qui s'ingannerebbe moltissimo chi volesse applicare al mare, liberamente e vastamente agitato, ciò che si è detto di un piccolo recinto d'acqua, e del laghetto del Green Parck. L'ondeggiamento che la tempesta porta in un dato luogo, non è l'effetto dell'azione immediata del vento in quel luogo istesso. È un risultamento dello sbilancio e degli urti delle altre colonne d'acqua circonvicine: e queste di mano in mano risultano dagli urti delle altre colonne più lontane: e così lo sconvolgimento di un dato volume di acqua è un risultamento delle azioni esercitate

dai venti su tutto il mare. Questa è la ragione per cui i marinari dal moto delle onde si accorgono molte volte delle tempeste vicine anche otto e più giorni prima che il vento arrivi, e si preparano con le vele a riceverlo. E così pure qualche volta sul fine della tempesta, quand'anche sia cessato il vento, continua un ondeggiamento grandissimo per vari giorni, appunto perchè il vento non ha ancora finito di sconvolgere il mare più di lontano, e perchè il moto in un fluido non elastico, e denso come l'acqua, si deve propagar subito da un luogo all'altro, quantunque la distanza sia grande. In quella memorabil tempesta ch'ebbe il sig. cavaliere Emo sulle coste del Portogallo, e in cui fece singolarmente brillare tutt'i suoi talenti marittimi, dopo di essere cessato il vento, era ancora così grande la furia delle onde, che per vari giorni non fu possibile di accostarsi coi piccoli legni alla spiaggia, si ruppero le gomene di tre ancore della nave, e si corrose in parte la gomena della quarta.

Così la supposta efficacia dell'olio per calmare le tempeste di mare porterebbe in conseguenza che una data quantità d'olio versata, per esempio, sulle coste del Portogallo potesse

far variare immediatamente l'azione delle onde verso le coste dell'America, o in qualunque altro luogo incominciasse il vento a sconvolgerle; porterebbe in conseguenza che le colonne d'acqua con versarvi l'olio al di sopra potessero resistere agli urti di tutte le altre colonne per grandissimo tratto poste all'intorno; confonderebbe tutte le idee fisiche, che abbiamo della comunicazione e della continuazione del moto nei fluidi. Quando un filosofo si trova ridotto ad assurdi di questa sorta, rinunzia alle opinioni che non sono fondate sopra una serie continuata di ben precise osservazioni: e quand'anche reggessero le osservazioni fondamentali, e non si trovasse il modo di scioglierle da tutti gli assurdi consecutivi, un filosofo, senza impegnarsi in una opinione, confesserebbe la propria ignoranza, e preferirebbe un pirronismo ragionato alla falsità ed all'errore.

Il sig. Franklin produsse ancora un altro fenomeno per confermare la supposta azione dell'olio sull'acqua. Il fenomeno si è, che sospesa dall'alto, e fatta oscillare una lampana che contenga, o solamente dell'acqua, o solamente dell'olio, non si osserva che un piccolo moto nella superficie superiore dell'uno, o

dell'altro fluido. Il moto non cresce punto nella superficie superiore dell'olio, quando nella lampana l'olio sia versato sull'acqua; ma in questo caso, dove l'acqua e l'olio si toccano, continuando le oscillazioni di tutta la lampana, il moto si aumenta a segno, che le onde dell'acqua arrivano quasi a fender l'olio sino all'esterior superficie. È parso ad alcuni che il fenomeno decidesse a favore dell'opinione indicata, e che non si potesse altrimenti spiegare coi principj già noti della fisica senza immaginarne dei nuovi. Ma prima di tutto, per applicare quest'esperienza al caso, di cui si tratta, bisognerebbe versar tant'olio sulla superficie del mare, che tutto il corpo della nave arrivasse a galleggiarvi; altrimenti, se la nave galleggiasse in parte nell'olio sparso, e in parte ancora nell'acqua sottoposta, succederebbe tutto il contrario, e nel confine dei due fluidi l'urto e lo scuotimento riuscirebbe molto maggiore che se non vi fosse l'olio. La spiegazione fisica del proposto fenomeno è molto semplice, e nelle nostre gazzette del 1776 l'ho ricavata dall'essere isocrone le oscillazioni di tutte le particelle dell'olio e di tutte quelle dell'acqua, quando si prenda separatamente o l'acqua o

l'olio, e dall'essere poi eterocrone le oscillazioni delle particelle di un fluido paragonate a quelle dell'altro: onde, andando esse, e tornando in tempi differenti, la differenza dei movimenti, e degli urti consecutivi deve agitare, e sconvolgere maggiormente la superficie contigua dei due fluidi.

IV.

DEL CALORE SUPERFICIALE E CENTRALE DELLA TERRA.

Due occhi e due mani sono gli aiuti principali con cui l'ingegno umano è arrivato ad alzare delle fabbriche immense, a regolare il corso dei fiumi, a resistere a tutte le furie del mare e dell'atmosfera. Sono essi ancora bastati per riconoscere tutto il cielo, seguitare col calcolo tutti i pianeti e le comete sino alle più piccole variazioni del moto, misurare di quanto la terra s'alza di più intorno all'equatore che sotto i poli, osservarne tutta la superficie e la scorza esteriore: non sono però bastati per penetrarvi molto al di dentro, e conoscerne l'interiore organizzazione. Qualche cosa ce ne hanno fatto comprendere quelle misteriose ciffre, quelle formole algebriche, che ci svelano tanti altri arcani superiori all'intelligenza del basso popolo. Ho già fatto vedere che l'attrazione esercitata dal sole e dalla luna nella terra esteriore, inclinandone variamente tutta la massa, e facendo retrocedere i punti equinoziali nel piano dell'eclittica, nella varia di-

stribuzione di questo moto non ci dà luogo di sospettare che tutte insieme le caverne, di cui parleremo, formino un vôto interno assai grande in proporzione di tutto il globo. E nello stesso tempo ho anche detto che essendovi molte maniere di combinare insieme questo fenomeno, che chiamasi della precessione degli equinozi con la nutazione, o sia piccola inclinazione dell'asse della terra, e col regolare accrescimento dei pesi che si trova scostandosi dall'equatore; l'ipotesi più semplice sarebbe quella di supporre che tutta la materia sovrabbondante intorno all'equatore per una terza parte sia fluida, e che negli altri due terzi la densità ragguagliata sia di circa un quinto minore che in tutto il resto della terra. Ma ciò è troppo poco per poter dire che se ne conosca l'interna tessitura. Alcuni filosofi hanno voluto supplire alle osservazioni che mancano, con delle ipotesi ingegnose: altri, non ritrovandole fondate bastantemente, più tosto che adottarle, hanno voluto confessare liberamente di non sapere quel che non sanno.

Il fuoco centrale della terra è la sola ipotesi che sia rimasta ancora ai filosofi tra tutte quelle con cui il celebre Des-Cartes

avea voluto più tosto favoleggiare, che filosofare sull'universo. Si è lasciato adesso di dire che la terra e gli altri pianeti fossero tanti Soli a principio, e che in progresso di tempo siano come decaduti da quest'onore, perchè la materia sottile, ammucchiata, e violentemente agitata intorno al centro, non avendo forza bastante per mantenere agitate e sciolte le particelle più irregolari e più grosse che restavano intorno alla superficie, abbia lasciato ch'esse vi formassero come un' incrostatura, e che così si sia fatto il passaggio dalla classe dei corpi lucidi a quella degli opachi, mentre il sole e le stelle, per la forza maggiore della materia sottile, si conservano ancora nella nativa e originaria loro lucidezza. Non si pensa più adesso che sia questa la fisica dell'universo. Ma tuttavia si continua a dire che nel seno istesso della terra risieda un ammasso di fuoco, da cui si conservi un grado costante di calore sul nostro globo, e si rendano meno sensibili le variazioni delle stagioni, e molto minori di quelle che dovrebbero corrispondere alle variazioni del caldo originato in diverse stagioni dal sole.

Due illustri filosofi della Francia hanno

ultimamente rinnovata, e accreditata quest'opinione. Il sig. conte di Buffon, facendo precedere come una storia filosofica dell'universo alla Storia Naturale degli Animali, che ha tanto illustrata ed ampliata per ogni parte, s'immaginò che la terra e gli altri pianeti fossero altrettante porzioni del nostro sole, violentemente staccate, e slanciate all'intorno dall'urto di una cometa, che nell'obbliquità del suo corso sia arrivata a tuffarsi nella prima sorgente del fuoco e della luce. S'immaginò che in tutte le porzioni di sole, scagliate a diverse distanze, e quasi nello stesso piano dell'orbita della cometa, la prima forza dell'urto, combinata coll'attrazione di tutto il resto del corpo solare, fosse bastata a ravvolgerle regolarmente intorno al sole, o che tutte siano divenute abitabili quando hanno incominciato a raffreddarsi esteriormente, e che debbano mantenersi in questo stato in sino che dopo un lunghissimo periodo, venendosi a restringere il fuoco intorno al centro, manchi successivamente il principio della vegetazione e della vita. E come una cometa caduta sin dentro il corpo solare avea suggerito a quel celebre naturalista la prima organizzazione della terra, e di tutto il siste-

ma planetario, così egli s' immaginò che qualch'altra cometa vi avesse dato l'ultima forma, passandovi da vicino, cedendovi una porzione della propria coda, e gettandovi le materie acquose e calcaree, che si trovano frammischiate alle materie vitriscibili e primigenie.

L'erudizione e l'eleganza dello stile, con cui fu esposta e spiegata in tutte le sue parti quest'opinione, la rese ancor più plausibile. Per molti bastò che non fosse assolutamente e fisicamente impossibile l'urto e la caduta di una qualche cometa nel sole; nè si fece gran caso che tutta la storia, e tutte le osservazioni, e antiche e moderne, delle comete non suggeriscano nulla che possa autorizzare questa opinione, non ne abbiano fatto conoscere neppur una che si sia accostata al sole quanto bastava per alterare sensibilmente il nostro sistema. Ad alcuni piaceva ancora che così si rendesse ragione del moto di projezione dei pianeti, e si venissero a diminuire di numero i primi elementi dell'universo. Il solo moto di projezione bastava poi a rendere la ragione dell'altro moto, con cui i pianeti si girano intorno al proprio centro. Mentre quelli che si sono avanzati

nello studio della meccanica più sublime, già sanno che una sola forza, impressa fuori del centro di gravità, basta da sè sola a produrre in un corpo solido due differenti moti; l'uno di rotazione intorno al centro, l'altro di traslazione da un luogo all'altro: e sanno che data la proporzione dei due moti si può determinare la distanza precisa dal centro, a cui si deve intendere applicata la forza che li produce.

Queste considerazioni però non sono applicabili ai corpi fluidi; che se in tutte le parti non vengano urtati egualmente, e con la direzione medesima, si sciolgono, e si dividono in tante masse isolate: ed appunto perchè una cometa si potesse immerger nel sole, e perchè i pezzi staccati si potessero rotondare, bisognerebbe supporre che fosse fluido il sole. Così adunque non si renderebbe ragione del moto di rotazione della terra, e degli altri pianeti: e, quanto al moto di projezione, si verrebbe a spiegare il meno per il più, cioè il moto de' sei pianeti principali e della luna, e dagli altri nove satelliti si spiegherebbe supposto il moto di projezione delle comete, che in numero sono tanto maggiori. Ma giacchè si ha da supporre un tal moto

nelle comete, sarebbe tanto più naturale di supporre generalmente che tutti i corpi celesti siano stati spinti a principio con una forza di proiezione, e tutti attratti dal sole, e che la maggior parte di essi per la maggiore obbliquità della forza descrivessero intorno al sole delle orbite molto allungate, e fossero le comete: alcuni altri fossero meno obbliqui di corso, e con piccole variazioni delle prime distanze si rivolgessero intorno al sole e intorno al proprio centro, come i pianeti: altri si rivolgessero insieme e intorno ai pianeti, e intorno al sole, e però si chiamassero satelliti. Attrazione e proiezione sono i primi elementi dell'universo. Inutilmente si tenterebbe di ridurli a principj più semplici, o di addurne delle altre ragioni fisiche. Non è permesso allo spirito umano di salire più in alto: si può discendere, ragionando, da questi principj a tutti quanti i fenomeni che ne dipendono.

Ma questi istessi fenomeni, l'ordine, la simmetria di tutto il sistema planetario, che si riduce tanto felicemente a quelle prime due forze, non si può combinare coll'ipotesi che i pianeti siano usciti una volta dal sole per l'urto di una cometa. Mentre nel caso che una cometa fosse arrivata a staccarne al-

cuni pezzi, i pezzi più leggieri e più piccoli, come la Terra e Mercurio, si sarebbero slanciati più di lontano; e, per lo contrario, i più grossi, come Giove e Saturno, se ne sarebbero allontanati assai meno; e gli uni egualmente che gli altri, per qualunque strada si rivolgessero, dovrebbero in ogni periodo ripassare per lo stesso luogo del sole, dov'era stata impressa la prima forza, e donde si erano fatti partire. Mai le orbite si sarebbero potute staccar dal sole, nè sarebbero mai divenute o prossimamente circolari, come quella di Venere, o tanto poco differenti dal circolo, come quelle degli altri pianeti: anzi, supposta la fluidità del sole, neppure si sarebbero avute nè orbite, nè corpi differenti, e divisi dalle comete. Poichè nel caso che una cometa attraversasse il corpo del sole con una forza sufficiente ad uscirne, al più potrebbe spingere avanti una colonna di materia solare, e questa a poco a poco dovrebbe cedere all'attrazione reciproca delle parti, e scorrere su tutto il corpo della cometa, e formarvi come un' incrostatura all'intorno; ma il moto sarebbe stato comune, e non si sarebbe mai fatto che un solo corpo.

La formazione dei satelliti, dell'atmosfera, dell'acqua, della parte calcarea della terra

suggerirebbero tant'altre difficoltà. Ma le difficoltà già indicate ci possono bastare perchè, lasciando a parte quest' ingegnosa e celebre ipotesi, e tornando al fuoco centrale, ci rivolgiamo in vece ad un altro filosofo della Francia, il sig. di Mairan, che avendo esaminato le variazioni del calore e del freddo, ed avendovi ritrovato gl'indizi di un calore interno e costante della terra, non volle aggiugnere al fatto ed alle sperienze l'ipotesi di qualunque agnazione tra la terra e tra il sole. Il fatto da lui rilevato, e corredato con tutte le osservazioni, si è, che la differenza del calore dell'estate e dell'inverno, rispettivamente al calor totale, che ancora negl' inverni più crudi ci lascia la vegetazione e la vita, è di gran lunga minore della differenza che passa e in un tempo e nell'altro tra le forze e le azioni dei raggi del sole: e da ciò ne dedusse che indipendentemente ancora dal sole debba risieder nella terra un certo grado di calore che ci renda meno sensibili le varazioni delle stagioni. La singolarità dei rapporti del caldo e freddo, e l'importanza delle conseguenze fisiche, che se ne possono ricavare, eccita tanto più la curiosità di entrare in un maggiore dettaglio. Io con sommo pia-

cere ne ho sentito parlare quell'insigne filosofo, ed egli ne ha poi fatto il soggetto di una bella dissertazione, con cui ha coronato l'ultima sua vecchiaia, siccome avea resa più celebre la prima sua gioventù con un eccellente trattato sull'Aurora Boreale.

Noi ci lagniamo in inverno del freddo quando nei comuni termometri il mercurio si abbassa al limite della congelazione; e in estate ci lagniamo del caldo quando il mercurio vi sale al disopra per venti gradi o anche più. Nella Siberia il mercurio si trova qualche volta abbassato sino a settanta gradi sotto il primo limite del ghiaccio. Con ciò vi si rende così penoso ed orribile l'inverno, ma però non vi si lascia mancare nè la vegetazione nè la vita: non è questo il freddo assoluto, ma solamente quel minor grado di calore ch'è sempre necessario alle piante e agli animali. Quando si volesse supporre che il freddo assoluto negl'istessi termometri dovesse portare il mercurio due volte più basso che negl'inverni della Siberia, si avrebbero ancora ne' nostri inverni cento e quaranta gradi di calore assoluto, e il calore dell'estate sarebbe a quello dell'inverno come otto a sette. Che se per ultimo limite del freddo si

prendesse quello che l'arte fa procurare attorniando il termometro con la neve mescolata allo spirito di nitro, e ch'è di circa seicento gradi sotto il limite del ghiaccio ordinario, la proporzione del calore sarebbe quella di trentuno a trenta : e poichè neppur quello si dovrebbe credere il limite di ogni freddo possibile, sarebbe sempre minore di un trentunesimo tutta la differenza che si fa accostare al fuoco nell'inverno, e che ci fa cercare in estate il fresco dei boschi e delle colline.

Ora se dagli effetti ci vorremo rivolgere alle cagioni, ne troveremo subito tre che concorrono insieme ad accrescere il caldo d'estate, la maggiore altezza del sole sull'orizzonte, il maggior tempo, in cui il sole lo illumina, e la strada più breve, per cui passano i raggi nell'atmosfera: e troveremo poi una sola cagione, che tende a diminuire il caldo d'estate, la maggiore distanza della terra dal sole. La differenza delle distanze in inverno e in estate non è tanto grande da produrre una differenza sensibile di calore: e nel caso presente si può trascurare quest'ultima cagione, e si possono ridurre tutte le considerazioni alle altre tre. Una facile riflessione ci può

abbreviare il calcolo delle due prime, e darci il medesimo risultamento dei metodi più precisi e rigorosi.

Immaginiamoci che ciascuno degli archi diurni, che vediamo descrivere il sole nei due solstizj di estate e d'inverno, si divida in un numero eguale di parti proporzionali all'arco intero. Il tempo impiegato dal sole a trascorrerle sarà pure proporzionale a tutto l'arco: e nelle parti analoghe dei due archi l'altezza del sole sull'orizzonte sarà proporzionale all'altezza del mezzogiorno. Ciò posto, se si voglia supporre che tutta l'azione dei raggi solari in un dato tempo sia proporzionale al tempo, e insieme all'altezza del sole sull'orizzonte; la somma di tutte le azioni, o sia l'azione totale nel giorno del solstizio d'estate sarà a quella del solstizio d'inverno, come tutto l'arco diurno, e insieme come l'altezza, a cui arriva il sole in quei due giorni. Ora l'arco diurno nel solstizio di estate è poco meno che doppio dell'arco descritto dal sole nell'altro solstizio: e l'altezza del sole è due volte e mezzo maggiore in quello che in questo. Così adunque la forza dei raggi solari nel solstizio di estate sarebbe più che quadrupla della forza nel

solstizio d'inverno. Bisognerebbe poi raddoppiare nuovamente la forza, se, come alcuni han pensato, in doppio tempo l'azione dovesse essere non solamente doppia, ma quadrupla: e bisognerebbe prenderne due volte e mezzo di più, se, come alcuni altri han detto, in parità delle altre circostanze, si dovesse misurare la forza non dalla semplice altezza, ma dal quadrato. Così la proporzione delle due forze sarebbe quella di venti ad uno. Che se inoltre si volesse tener conto della dispersione, che si fa della luce nell'atmosfera, e della differente lunghezza della strada, che vi prendono i raggi in diversi tempi, se la forza residua della luce si dovesse misurare dalle tavole pubblicate dagli autori più celebri, il calore originato dal sole nel giorno del solstizio di estate risulterebbe ventisei, o ventisette volte maggiore che nel sostizio d'inverno.

In somma la prima occhiata che si voglia gettare sulle misure del calore di estate e di quello d'inverno, non ci darebbe una proporzione maggiore di otto a sette: tutte le altre osservazioni, e riflessioni, che si possono fare, ci darebbero anzi una proporzione molto minore. La prima considerazione che facciasi sull'azione dei raggi del sole nei giorni dei

due solstizi non ci danno una proporzione minore di quattro ad uno, ed il più minuto esame delle cagioni darebbe una proporzione molto maggiore. Una così grande sproporzione di effetti e di cagioni ha dato luogo di pensare che vi sia nella terra una quantità costante di calore, estraneo e indipendente dal sole, che nelle differenti stagioni servisse a renderne le differenze meno sensibili di quelle che dovrebbero corrispondere all'azione immediata del sole istesso: e questo, come deposito di calore, stendendosi tutt'all'intorno della terra come se partisse da un centro, ha per ciò avuto il nome di calore, o di fuoco centrale. Si è creduto di averne un altro riscontro nel maggior freddo che si risente sulle montagne ancora più alte dell'equatore, che restano sempre coperte da nevi e ghiacci, e nella più dolce temperatura delle miniere e delle caverne sotterranee : e i difensori del fuoco centrale potrebbero adesso aggiugnere la bella osservazione del celebre sig. di Saussurre, che nel mare di Genova, a mille e ottocento piedi di profondità, nello scorso mese di ottobre, ha trovato che il mercurio restava a dieci gradi e mezzo al di sopra dei limiti della congelazione.

Ma il freddo maggiore dei luoghi più elevati deve dipendere principalmente dalla minore ripercussione dei raggi, e dalla mancanza di quel calore, che chiamasi di riflessione: ed in qualunque ipotesi il calore dei luoghi meno esposti alle variazioni dell'atmosfera, come il fondo del mare, e le più profonde caverne, deve mantenersi per tutto l'anno più regolare e uniforme. Nè qui fa bisogno di entrare in un minuto dettaglio delle cause particolari, da cui dipendono questi fenomeni. Per veder subito che non hanno essi relazione alcuna col centro della terra, basta riflettere che le distanze, a cui noi possiamo e salire, e discendere, rispettivamente a tutta la distanza del centro, son tanto piccole da non rendere in modo alcuno sensibili le differenze di un'emanazione centrale. Basta riflettere che nelle differenze maggiori di quasi diciotto miglia, che si contano nelle distanze dell'Equatore, e dei poli dal centro, succede anzi tutto il contrario. Mentre sotto la zona torrida, al Senegal, luoghi tanto più lontani dal centro, si mantiene il mercurio nei termometri a trentasei gradi, e il calor medio, e ragguagliato di tutto l'anno, va gradatamente mancando dall'equatore alla zona fredda, e

verso i poli, dove quegl'infelici abitatori restano per una parte dell'anno confinati nelle caverne e nel fumo.

Una così semplice riflessione basta per far comprendere che la sede del calore non è già il centro della terra, e che non occorre d'immaginarvi una singolare specie di fuoco, che in una maniera a noi ignota si mantenga separato dall'aria, e chiuso per ogni parte dalla solida terra e dal mare. Ripigliamo il filo del calcolo, che pareva somministrarne la prova più diretta, e facciamone vedere il difetto fondamentale. L'arco diurno e l'altezza del sole sull'orizzonte, in qualunque maniera si prendino e si moltiplichino insieme, non possono misurare che l'azione giornaliera del sole. Questo calcolo istesso porterebbe alla sera il maggior caldo del giorno, e porterebbe al giorno del solstizio di estate il maggior caldo di tutto l'anno. Chi volesse calcolare alla stessa maniera gli effetti dell'attrazione universale, troverebbe che il massimo flusso del mare dovrebbe cadere nel tempo della congiunzione, e dell'opposizione della luna col sole, quando però non si osserva che circa tre giorni dopo, cioè dopo la decima parte di tutto il mese lunare: come il massimo caldo del giorno ri-

tarda dopo il mezzogiorno di circa la decima parte del giorno intero, e il massimo caldo, e freddo dell'anno ritarda di circa un decimo di tutto l'anno dopo i solstizi. Questa singolare analogia del calore diurno ed annuo, e del flusso e riflusso del mare, ch'è già stata avvertita dal Newton, suggerisce un principio comune per poterne valutar le cagioni. Cioè quando si tratta di un'azione continua, qualunque siasi, per valutarne tutta la forza che ne risulta in un dato tempo, bisogna tener conto e delle azioni di quel tempo, e di ciò che potrebbe sopravanzare da tutte le altre azioni antecedenti: oppure dalla somma di tutte le azioni bisogna diffalcare ciò che da un tempo all'altro va disperdendosi.

Mi pare che in questi calcoli si sia variamente mancato da vari illustri calcolatori. Alcuni di essi nel calcolare l'effetto prodotto dai raggi del sole in un dato giorno hanno voluto prescindere da tutto ciò che si perde dalla mattina alla sera: e nel calcolare il calore annuale hanno voluto prescindere da tutto ciò che disperde la notte. Altri nel paragone di tutto il calore originato dal sole, e d'inverno e d'estate, hanno voluto prescindere da tutta quella porzione che si conserva e si

accumula da un giorno all'altro, e dall' una all'altra stagione. E lo hanno essi fatto non già per avere perduti di vista i primi dati del problema, ma perchè nè la quantità del calore, che si conserva da un giorno all' altro, nè quella che si disperde, nè il modo con cui i raggi riflessi, e il calore aggiunto al calore, le va successivamente accrescendo, non è riducibile a calcolo: il che è verissimo. Ma dopo tutto ciò, in vece di calcolare una sola porzione di forze, e di calcolare ancor questa imperfettamente, e solo in certe supposizioni, perchè non dire liberamente che questa non è materia di calcolo? Perchè non levare questo problema all'algebra, e riserbarlo alle sole considerazioni generali, che vi può fare la fisica?

Le prime e più generali considerazioni sono che il calore non è già un'impressione passeggiera e istantanea, ma successiva e permanente. Comunque sia, o che il moto intestino dei corpi e le vibrazioni delle minime parti abbiano a continuarsi, o che i corpicelli caloriferi agiscano ancora gli uni sugli altri dopo di esser mancata o la sorgente di tutte le emanazioni, o la causa immediata delle vibrazioni e del moto, egli è certo però il ca-

lore che, impresso una volta dal sole, si conserva per tanto tempo, e con tanta forza, che le notti di estate qualche volta non riescono meno incomode del giorno. E dopo il solstizio di estate, quantunque e l'altezza, e il tempo, in cui il sole rimane sull'orizzonte, vada continuamente scemando, ciò non ostante le azioni susseguenti aggiunte alle antecedenti fanno un cumulo tale, che trenta o quaranta giorni dopo arriva il calore ad essere il massimo di tutto l'anno. Poi tornando il calore a diminuirsi con la medesima gradazione, con cui era prima cresciuto, e ciò che si aggiugne ne' giorni susseguenti non arrivando più a compensare ciò che se ne va disperdendo, due mesi e mezzo o anche tre dopo il solstizio, co' giorni assai più corti si torna ad avere all'incirca lo stesso calore solstiziale. Dopo questa giornaliera ed annuale esperienza, che difficoltà vi può essere di accordare che una porzione sensibile del calore impresso alla terra in tutta l'estate si conservi ancora in tutto l'inverno, e così venga a passare da un anno all'altro, ed a rinforzarsi di nuovo, e dentro certi altri limiti coi nuovi calori dell'estate?

Se fossero sicuri i dati su cui si calcola l'azione giornaliera del sole, e se i gradi del termometro ci dassero una misura precisa e proporzionata del calore e del freddo, si potrebbe e dagli uni e dagli altri ricavare la proporzione del calore permanente della terra al calore accresciuto in un dato tempo. Per esempio se dalle diverse dilatazioni del mercurio si ricavasse sicuramente che il calore dell'estate sta a quello dell'inverno come sedici a quindici, e se l'azione del sole in un giorno di estate fosse all'azione impressa in un giorno d'inverno come dieci ad uno, bisognerebbe supporre che l'azione aggiunta in un giorno di estate fosse alla somma delle azioni avanzate dagli anni antecedenti come uno a quindici, o sia che il calore residuo di tutto l'anno equivalga all'azione di quindici giorni di estate. Non vi sarebbe nulla d'inverisimile nè in questa nè in altre simili supposizioni che si potessero ricavare da altri simili dati. Ma io mentre confesso che non è riducibile a calcolo la quantità del calore, che si conserva e che si disperde in un dato tempo, trovo ancora delle difficoltà nella maniera di calcolare il calore che si accresce in un giorno, nè trovo alcun'altra legge sicura nelle diverse

dilatazioni dei fluidi, se non che le differenze dei volumi, quando sono assai piccole, sono proporzionali al calore.

Nell' incertezza dei dati e degli elementi di questi calcoli convengo adunque con tutti gl' illustri calcolatori che vi è nella terra un deposito di calore, deposito che variamente può crescere e diminuirsi per le varie e casuali combinazioni dei venti e delle piogge, e delle altre vicende dell'atmosfera, ma che non si consuma giammai, e che, unito all'azione giornaliera del sole, mantiene costantemente la vegetazione e la vita. Non convengo però che per trovarne la ragione sia necessario di abbassar gli occhi sin verso il centro della terra. Gli alzo alla prima sorgente della luce; osservo che i raggi scagliati in un dato tempo, e variamente ripercossi dai corpi terrestri, vi portano un dato grado di calore, che si conserva sensibilmente da una stagione all' altra, e quantunque mi manchino i dati per calcolarne la quantità, vedo però che la quantità dal calore residuo e permanente della terra non è mai tanto grande da non potersi attribuire all'azione residua dei raggi: e finalmente, girando gli occhi su tutta la superficie della terra, vedo che tutta la degradazione del caldo,

che si ha dalla zona torrida alla fredda, e dall'equatore ai poli, non ha altro rapporto che al sole: e con ciò vedo di dover riportare allo stesso principio il calore diurno ed annuo, riguardo il calore permanente, non come una porzione della massa solare, ma come un effetto dell'azione successiva del sole, ed alla ipotesi del fuoco centrale credo che si abbia a sostituir quella del calore superficiale.

Ma quant'altre ingegnose illusioni svaniscono insieme con quella del fuoco centrale? che la terra sia stata una volta infocata, e inabitabile per cagione del soverchio calore: che in progresso di tempo il calore si sia ridotto alla temperatura necessaria per gli animali e per i vegetabili: che abbia incominciato la terra ad essere abitata intorno ai poli, mentre non vi potevano essere ancora abitatori vicino all'equatore; che la successiva e lenta degradazione del calore centrale sia stata la ragione di tutte le variazioni generali accadute nei nostri climi; che continuando sempre a mancare la sorgente interna del fuoco dopo un lungo periodo di tempo debbano mancare gli abitatori anche alla zona torrida, e che tutta la terra debba restare gelata, deserta e incolta. Tutte queste ingegnose im-

maginazioni si potranno abbandonare ai poeti, ma non potranno servire di alcun aiuto alla fisica. Il curioso naturalista se non troverà che un casuale trasporto possa essere la ragione dell' avorio fossile della Siberia, delle ossa di un elefante ritrovate in Irlanda, delle piante trasportate dall' India in così gran numero, e impresse nelle pietre della Germania e della Francia, se non arriverà a spiegare in qualch'altra maniera i fenomeni di questo genere, li metterà nella classe di tant'altri fenomeni, che ancora non conosciamo. Il severo ragionatore, il cosmografo dotto ed esatto non troverà neppure nella nostra terra alcun principio d'un successivo, e sostanzial cambiamento, e riconoscerà nella terra come nel cielo lo stesso ordine generale di cose e lo stesso sistema invariabile di prima.

Nella serie di tutte le cause naturali non ve n'è alcuna che possa portare alcun cambiamento generale a tutta l'organizzazione dell' universo. Le variazioni che vi porta continuamente l'attrazione reciproca di tutti i corpi, essendo tante di numero, e tanto differenti tra loro, tutte ritornano dopo un dato tempo, sino le piccole oscillazioni delle

orbite, sino le apparenti equazioni del tempo periodico dei pianeti. Il piano dell' eclittica, che si va adesso lentamente accostando al piano dell' equatore, dovrà poi discostarsene dopo un certo periodo di tempo, e tutta la variazione della distanza resterà dentro limiti tanto angusti da non poter portare alcuna variazione sensibile nei nostri climi: ed io ritorno sempre con qualche compiacenza a parlare dei limiti dell' obbliquità dell'eclittica, perchè credo d'essere stato il primo ad avvertirli. Un illustre mio amico ha poi dimostrato ampiamente che nessuna cometa conosciuta può accostarsi tanto a noi o al sole, da occupare più che la semplice curiosità degli astronomi, e che non occorre aspettare dalle comete nè cambiamento del corso della terra, nè l'aggiunta di qualche altra luna, nè scosse, nè terremoti, nè diluvi, nè incendi. La resistenza del fluido etereo, in cui si movono i pianeti, dovendo diminuire successivamente la forza di proiezione, e farvi prevalere la forza di gravità, deve anche avere qualche compenso nella diminuzione della massa e dell' attrazione del sole, che si cagiona dalla continua emanazione della luce: e l'una e l'altra variazione, e l'avvicinamento degli

ultimi corpi dell' universo per la piccolezza, e lentezza impercettibile, si perdono in un periodo troppo lungo di tempo per poter farne il soggetto d' un filosofico ragionamento.

V

DEI FIUMI SOTTERRANEI.

Il fuoco e l'acqua ci presentano agli occhi i maggiori indizi della moltiplicità, e dell'ampiezza delle caverne sotterranee. I vulcani che continuano ad ardere, e quelli che si sono già spenti negli Appennini, nelle Alpi, nelle Cordiliere, e in tanti altri luoghi, dalla quantità delle materie gettate fuori dalle interne voraggini, ci lasciano argomentare quanto vi sia rimasto di vôto. Le acque che scorrono lungamente sotterra e che vi si perdono, ci danno pure a conoscere quanti altri spazi vi siano continuatamente liberi e aperti. Ai fiumi sotterranei, di cui ci hanno parlato diversi viaggiatori, il nostro paese ha da aggiugnere la Fontana della Pliniana e il Fiume Latte, ed io vi potrei aggiugnere ciò che ho veduto nelle montagne del Vallese. In una materia, in cui poco si può ricavare dalle teorie filosofiche, importa moltissimo di mettere in vista quei fatti che ci danno a conoscere maggiormente la struttura interiore della terra.

La Pliniana è una piccola fontana che sgorga dall'apertura laterale del monte, e che

s'alza e s'abbassa continuamente di livello, e qualche volta rimane ancora per qualche tempo al livello medesimo. Gli alzamenti e gli abbassamenti sono affatto irregolari, e non hanno alcuna legge, o periodo determinato nè di quantità, nè di tempo. La vasca è assai più larga nel labbro superiore che al fondo, e la differenza delle altezze d'acqua arriva a circa due piedi. Per quella fontana d'Inghilterra, che di sei in sei ore cresce, e poi cala regolarmente, il sig. Fergurson ha immaginato una macchinetta ingegnosa, chela rappresenta più in piccolo. Si possono proporre delle altre ipotesi per le altre fontane, che crescono e calano istessamente con qualche regolarità di periodo. L'irregolarità delle variazioni giornaliere, ed orarie della Pliniana non esige che per renderne la ragion fisica s'abbia a dir altro se non che il diverso caldo, freddo, umido, secco, le piogge, e le nevi sciolte facciano stillare dalle cavità interne de'monti nella fontana ora più, ora meno d'acqua; e la piccolezza istessa della fontana non pare che inviti a farvi delle ricerche ulteriori.

Il maggior corpo d'acqua e la regolarità, e il periodo delle variazioni rende assai più curioso e interessante un altro fenomeno, che

abbiamo sulle rive del lago di Como nel fiume Latte. Questo fiume, così chiamato dalla bianchezza delle spume, che si formano con la caduta dell'acqua tra i grossi e irregolari sassi del fondo, sgorga da un'apertura del monte nel luogo di Varenna dal principio di primavera sino al principio di autunno. Probabilmente il condotto sotterraneo ha qualche comunicazione co'più alti monti della Valsasina, che sono sempre coperti di neve, e che, mentre vi si vanno sciogliendo le nevi in tempo d'estate, possono somministrare un alimento abbondante a più fiumi. Il condotto si vede; e dall'apertura esteriore alcuni vi sono entrati nel tempo che resta asciutto, quantunque per l'irregolarità e l'angustia dello scavo non vi si siano potuti molto innoltrare.

Il caso del fiume Latte ha qualche analogía con la fontana, o pozzo di Valclusa, e con le voraggini osservate dal sig. Abate Fortis nella Dalmazia. Nel pozzo di Valclusa, in vicinanza di Avignone, incomincia l'acqua ad alzarsi nel mese di maggio, quando il sole incomincia a battere con più forza sulle montagne dell' Alta Provenza e del Delfinato; e in seguito arrivando a sormontare in maggior copia le sponde somministra il piccolo fiu-

me Sorga. Le voraggini di Coccorich in Dalmazia qualche volta non hanno che pochi piedi d'acqua sul fondo, e poi in tempo di primavera e di autunno gettano l'acqua dall'apertura superiore con tale violenza, e in tanta copia, che in pochi giorni cambiano in un profondissimo lago quella valle per tre buone miglia di lunghezza. L'inondazione è maggiore se con le piogge ordinarie di primavera e di autunno si combini ancora lo squagliamento delle nevi nelle montagne circonvicine. La voraggine più grande di tutte, misurata dal signor Abate Fortis, avea cento venti piedi di profondità, e venti piedi di diametro nell'apertura: e qualche volta gettava l'acqua all'altezza di venti altri piedi al disopra, e coll'acqua gettava ancora una quantità grande di pesci.

Questi sono indizi sicuri delle cavità e delle comunicazioni interne della terra. In Dalmazia il lago d' Iezero presenta all'occhio diversi altri indizi consimili. Il lago qualche volta arriva ad avere sino a dieci miglia di lunghezza, e qualche volta si asciuga, e dà luogo ad una pingue coltivazione. Il lago di Circhizza nella Stiria, la palude Lugea degli antichi, in una minore ampiezza ha un

periodo più regolare. La lunghezza del lago è di circa sei miglia, e la larghezza di circa tre. Il sig. Bianchini, che ne ha voluto riconoscere tutto il circondario, ci fa concepire che il fondo sia come un'ampia volta, lavorata di sasso, sostenuta da molti archi, e da molti scogli, e distesa sopra di un lago sotterraneo. Dice che questo è il recipiente comune di tutti i fiumi, torrenti, e rivi che scolano dalla corona de'monti, che lo circondano: onde nelle maggiori piogge di autunno, crescendo a dismisura il lago, sbocca fuori, e sorpassa le aperture della volta e forma un altro lago al disopra. Cessando le piene maggiori si ritirano le acque nel recipiente inferiore e lasciano coltivare liberamente nell'estate la campagna ch'era allagata già nell'inverno.

Il sig. Bianchini avendo riconosciuto il paese circonvicino, oltre il Timavo, osservò ancora due altri fiumi, il Luego, e il Recca, che scorrono per qualche parte sotterra. Il fiume Recca, dopo di essere lungamente corso ai confini della contea di Gorizia, s'interna con impeto in un monte, e n'esce fuori con tutte le sue piene dall'altra parte. E di là poco lontano il fiume Luego, che scorre con una dire-

zione contraria a quella del Recca, si perde sotterra, e nell'uscirne dopo un lungo tratto dà un indizio sicuro d'essere lo stesso di prima, portando la polvere e le raschiature dei legni di un mulino a sega, che fa girare nel castello di Luego prima di nascondersi nelle cavità sotterranee. Il Timavo, tanto nominato presso gli antichi, dopo di essere corso dalla città di Fiume sino al borgo di s. Canciano, cade in un'ampia grotta a piede d'un monte, e dopo di esserne uscito dall' altra parte, si sprofonda di nuovo in una voraggine, e finalmente risorge da sette bocche, tra grandi e piccole, ripigliando un corso regolare a S. Giovanni di Duino. Il castello di Duino è quattordici miglia lontano dal monte di s. Canciano. Il Ramazzini ha proposto il dubbio se in tanta distanza si possa dire che l'acqua che sorge da una parte, sia quella istessa che si era perduta dall' altra: alcuni hanno asserito che, fatta l'analisi dell'acqua e in un luogo e nell'altro, si sia ritrovata dell'istessa qualità.

In Inghilterra la Medway, la Mole, la Deverd, e molti altri fiumi si perdono fra terra. In Ispagna il fiume Guadiana presso la città di Metellino si nasconde fra terra per circa otto miglia di corso. Nella Svezia il fiume

Gotha, e in Olanda l'ultimo ramo del Reno si perdono fra le arene. Nel tratto di venti o venticinque leghe in Lorena vi sono cinque fiumi, che si perdono tra le aperture del fondo, e ve ne sono quattro altri in un tratto consimile in Normandia. Il fiume Drome finisce il suo corso nella cava di Soucy: e così pure il piccolo fiume Tardoire, sotto il castello de la Rochefoucauld, si perde in una voraggine. Il fenomeno del Rodano, ch'è tanto ingrandito nei volgari racconti di chi non è stato ad osservarlo sul luogo, merita di essere presentato nel giusto aspetto. Il Rodano, vicino al villaggio di Vanchy, quasi sette leghe lontano da Ginevra, per più di 200 piedi scorre sopra un fondo di roccia spugnosa, dove disperde una parte delle sue acque, e si riduce alla larghezza di circa due piedi. Tra i dirupi di quella roccia si forma una cascata considerabile. Al disopra di essa si vede nel fondo un' apertura di circa dieci piedi di diametro, che comunica col tronco inferiore alla distanza di circa sessanta piedi. Quando il Rodano è bassissimo, come succede nei mesi di novembre e di dicembre, tutta l'acqua che avanza al fondo poroso viene assorbita da quell'apertura innanzi alla cascata, e torna a restituirsi

nell'alveo libero per l'altra apertura inferiore, restando asciutto il tronco intermedio: e quando il Rodano è più gonfio, non essendo la cascata assai grande, i livelli dell'acqua, e sopra e sotto, si conguagliano prossimamente. Per quanto sia adunque curioso, e singolare il fenomeno, non annunzia che uno scavo, e un condotto sotterraneo non molto grande.

Devono essere assai più vaste e profonde le cavità interne che formano il sorprendente fenomeno delle fontane e dei pozzi di Modena. In tutto il recinto di quella città, ed alcune miglia all'intorno, per aver qualche pozzo, bisogna scavare il terreno sino alla profondità di circa sessantatrè piedi. Più abbasso s'incontra uno strato di terra così consistente per circa cinque altri piedi di altezza, che bisogna servirsi di grossi trapani per continuarvi il foro, il quale, fatto che sia, ne salta fuori l'acqua con un impeto grandissimo, e coll'acque sono gettati qualche volta dei legni, dei sassi, e dell' arena. L'acqua sale al livello comune di tutte le altre fontane, e le fontane più vicine cessano sul principio dal loro getto ordinario: passato poi qualche tempo, il getto è il medesimo in tutte. Ciò fa supporre una comunicazione sotterranea di quelle acque con

qualche lago, che trovisi tra i monti vicini o con qualche fiume in un luogo superiore di una settantina di piedi al fondo di quella crosta. Il sig. Vallisnieri aveva indicato particolarmente la Secchia, che sopra Sassuolo, disperdendosi in parte fratterra, rimane più scarsa d'acque, e tra i monti più lontani della Garfagnana aveva osservato molte acque, che si perdevano nelle grotte, e fra i sassi, senza formare in quei contorni alcun fiume d'una portata corrispondente alla quantità delle nevi sciolte e delle piogge.

Nei fiumi che corrono tra le ghiaie, e tra i sassi, mi è parso qualche volta di trovare un maggior corpo d'acqua senza che venisse ad unirvisi alcun nuovo influente: e in qualch'altro luogo mi è parso di trovar diminuito il corpo d'acqua senza che vi si facesse alcuna diramazione: e ciò mi avea fatto sospettare che tra le ghiaie del fondo qualche volta si disperdesse, e qualche volta ritornasse nel fiume una considerabile quantità d'acqua. Particolarmente in alcuni luoghi del fiume Toccia che andando nell'agosto del 1778 a Ginevra ho costeggiato continuamente dallo sbocco nel Lago Maggiore sino alla cima del Sempione, mi è sembrato di vedere tanto ac-

certatamente questo fenomeno da non poterlo chiamare più in dubbio. Nel ritórno che feci per la via del Gran s. Bernardo, ho avuto sotto agli occhi miei propri dei condotti sotterranei assai grandi, e di un corso d'acqua perenne per tutto l'anno. Prima di esporne tutte le particolarità mi è necessario di parlare più a lungo del mio viaggio, e d'indicare alcune altre osservazioni che ho fatto in quell'occasione.

Nel rimontare la Toccia sino alla prima origine, ch'è sulla cima del monte Semplon, una certa abitudine di studi ha fatto che la mia principale attenzione naturalmente si rivolgesse su quegli oggetti, de' quali altre volte avea scritto, cioè sul corpo d'acqua del fiume, e degl'influenti, sulle variazioni delle cadute, e sulla quantità e qualità delle materie di arena e ghiaia ripartite su tutto il fondo. Vi ho riscontrato le graduazioni medesime della Magra, del Taro, del Panaro, della Fersina, e di altri fiumi che ho avuto occasione di scorrere e riconoscere dai primi tronchi insino agli ultimi. Ma giacchè torno adesso a quest'argomento, devo replicar qualche cosa a ciò che intorno alle materie de'fiumi fu detto dal sig. Pallas, celebre naturalista, nel Discorso

da lui recitato nella nostra accademia di Pietroburgo ai 23 giugno del 1777 in presenza di S. M. il Re Gustavo III di Svezia. Non ho fatto alcun caso di ciò ch'è stato scritto e in Milano e in Firenze sul mio metodo di calcolare la velocità, e la quantita dell'acqua, ch'è pure il metodo del Guglielmini, dei due Manfredi, del Grandi, e di altri autori più celebri. La celebrità, e il sapere del signor Pallas mi obbliga a distinguerlo dagli altri oppositori, e qualche cosa esige pure da me la circostanza di aver egli recitato il suo Discorso in presenza di un principe così grande, che forma adesso la felicità de'suoi popoli, l'ammirazione degli esteri e l'onore della filosofia e delle lettere.

Ciò che nel mio libro sui Fiumi, e nelle mie Instituzioni Meccaniche ho cercato di comprovare con diverse ragioni ed osservazioni, si è che le arene dei nostri fiumi non vengono già dallo stritolamento, e dallo scioglimento delle ghiaie, come credeva il Guglielmini, ma che i sassi rotondi e lisci, e i grandi ammassi di arena si trovano già originariamente tra i seni delle montagne, e ne vengono staccati dalle acque, trasportati, e depositi successivamente sul fondo e sulle rive dei

fiumi. Il sig. Pallas, dopo di avere viaggiato in una gran parte dell' Asia, e di avervi fatto tante osservazioni, disse di aver trovato che le montagne primigenie sono un composto principalmente di granito; che i letti dei fiumi dell'Asia sono ricoperti di selci rotolate, del genere del granito; che l'arena è una dissoluzione delle selci, e del granito largamente imbevuto d'acqua: ed avendo ritrovato delle arene sino sulla cima dei più alti monti, disse il sig. Pallas che questa è una prova sicura d'essere stati i più alti monti anticamente coperti d'acqua; e s'immaginò pure che il mare abbia una volta coperto le pianure vastissime della Tartaria e della Numidia, e che scomponendovi il granito vi abbia lasciato quei vastissimi ammassi di sabbie. Io non voglio entrare adesso nell'esame di queste e di altre ipotesi analoghe: non ho alcuna difficoltà d'ammettere tutte queste osservazioni; e nemmeno voglio negare che i fiumi dell'Asia, e di altri luoghi che non conosco, abbiano il fondo coperto di pietre tutte silicee e vitriscibili. Dico che nei nostri paesi, de' quali ho sempre parlato, le pietre fluviatili sono per la massima parte di natura calcarea, e che nei nostri fiumi sono assai rare le pietre silicee e vitri-

scibili. Dico che le pietre medesime, urtandosi e sfregandosi insieme, non possono mutar natura, e convertirsi in una materia vitrificabile com'è l'arena. Dico che nel passare le ghiaie, spinte sempre più avanti, e rotolate dalla prima origine di qualche fiume sino dove finiscono di vedersi sparse sul fondo, non hanno nè tempo, nè spazio, nè forze bastanti per diminuirsi sensibilmente di mole, come appunto ho spiegato diffusamente nei libri già nominati.

Ora, tornando al mio viaggio, dopo di avere costeggiata in tutto il suo corso la Toccia, e di avere superata la cima del Semplon, sono disceso dall'altra parte sulle rive del Rodano. Terminato il giro, che mi era prefisso di fare in quelle parti, ho voluto tornare per il Gran S. Bernardo, la più alta montagna abitata che sia in Europa. Passata la bella cascata dei tre rivi, che si uniscono in un rivo solo in vicinanza di Martigny, ho lasciato le sponde del Rodano, ed ho incominciato a rimontare quelle della Drance, ch'è uno degli influenti. Il giorno cinque di settembre dello stesso anno nel villaggio di Lida, dove incomincia la maggior salita, ho osservato che nel barometro del celebre sig. de Luc l'altezza

del mercurio era di ventitrè pollici e sette linee, e la mattina susseguente in cima al Gran S. Bernardo ho ritrovato l'altezza di venti pollici, e linee sette e mezzo. In cima al monte di S. Gottardo l'altezza media e ragguagliata del mercurio è di pollici ventuno e due linee.

Ho già scritto abbastanza intorno al metodo di misurare le altezze delle montagne, date che siano le altezze del mercurio al piede e sulla cima; e poichè le regole empiriche degli autori più moderni non hanno alcun fondamento nelle teorie, e le regole antiche suppongono come data e conosciuta nel tempo delle osservazioni la proporzione della densità dell'aria e del mercurio, che ricerca delle altre sperienze più delicate per essere bastantemente riconosciuta; in vece ho suggerito come si possa ricavare l'altezza d'una montagna, date che siano tre osservazioni delle altezze barometriche al piede e in cima della montagna, e ad una data elevazione tra l'uno e l'altro dei luoghi estremi. Il confronto della prima e della terza osservazione può dare quella che chiamasi quantità costante del problema, e da essa si può ricavare direttamente la proporzione della densità dell'aria e del mercurio. Poi, conosciuta che sia questa costante, col

confronto della prima e della seconda osservazione si può ricavare l'altezza della montagna tanto più prossimamente quanto meno sia differente il grado del calore nel tempo di tutte le osservazioni. Mentre, potendosi valutare la differenza dei volumi del mercurio che corrisponde ad una data differenza di calore, non vi è poi modo di calcolare, o di dare qualche regola più precisa intorno al modo con cui il diverso calore può agire sulla nostra atmosfera; e per questa parte non vi è altra regola da prescrivere se non che le altezze del mercurio si prendano in tempo di una minore differenza di calore. Per esempio nelle osservazioni che si sono fatte lo scorso mese di ottobre, l'altezza del mercurio sul pavimento del nostro Duomo si è ritrovata di linee 335 e due decimi, e sulla cima della lanterna, 126 braccia al disopra, che sono 231 piedi di Parigi, con pochissima differenza di calore, si è ritrova l'altezza di linee 332. La differenza di tre linee e due decimi è precisamente quella ch'erasi riconosciuta sedici anni fa, e porterebbe che la densità dell'aria nel tempo delle osservazioni fosse alla densità del mercurio come 1 a 10346. Così essendo determinata questa proporzione,

quando si sapesse inoltre l'altezza barometrica ad un'altra qualunque elevazione, e quando il grado del calore si mantenesse prossimamente lo stesso, si potrebbe calcolare assai prossimamente l'elevazione medesima. Ho avuto il piacere d'intendere che un nostro illustre filosofo avendo applicata con tutte le cautele questa mia regola alla misura di alcune montagne dell'Alvernia, ha avuto dei risultamenti altrettanto, o ancora più esatti di quelli che ricavavansi delle regole empiriche di altri autori.

Per ricavare precisamente l'altezza del Gran S. Bernardo dalle osservazioni barometriche, fatte al piede e in cima della montagna, mancando la terza osservazione di paragone, e non sapendosi la proporzione delle densità dell'aria e del mercurio, non si può dire nient'altro di più preciso se non che il piano di Lida dev'essere superiore al lago di Ginevra di poco più d'un mezzo miglio italiano, e che la cima del Gran S. Bernardo dev'essere superiore al piano di Lida di circa un miglio, e che così l'altezza della montagna riferta al piano del lago dev'essere di più d'un miglio e mezzo. Io non ho avuto tempo di fare delle osservazioni più esatte, nè sinora

ho potuto averle da altri. Ma avendo sentito parlare a Lida dei condotti scavati naturalmente nel monte, e delle acque perenni che di sotterra sgorgavano nella Drance, ho avuto il tempo e la curiosità di osservarle.

Il piano di Lida è un composto di terra arenosa, e molto bene coltivata. Non vi è alcun condotto d'acqua che vada a terminare nel fiume o altrove. Le ghiacciaie più vicine sono alla distanza di circa una lega dalla parte opposta a quella del fiume. Il piano istesso di Lida resta superiore al fondo del fiume almeno di cinquecento piedi. Incominciando a discendere dalla costa, inferiormente al suddetto piano, ho riconosciuto un terreno più consistente, e andando ancora più abbasso, ho veduto che tutta la costa era formata di una specie di stalagmite o di tufo. Poco sopra il pelo del fiume, che allora era bassissimo, ho veduto nel tufo istesso nove grandi aperture, da ciascuna delle quali sgorgava l'acqua abbondantemente. Nella maggiore apertura il corpo d'acqua poteva valutarsi di circa la terza parte della Drance. Sono stato assicurato da quei del luogo che il getto di ciascuna apertura diveniva bensì più copioso in tempo delle piogge dirotte, e dello scioglimento delle

nevi, ma che non mancava mai neppure nei tempi più asciutti. Poichè adunque in quei contorni non vi sono che le ghiacciaie che possano somministrare delle acque perenni, i condotti scavati naturalmente nel duro tufo devono essere almeno della lunghezza di una lega. Questo è il caso più grande, che in questo genere mi sia occorso di avere sotto agli occhi miei propri.

DISCORSO

PER RENDERE

LA DELMONA NAVIGABILE

DALL'ADDA ALL'OGLIO.

A CHI LEGGE.

Essendo stato incaricato di cercare i mezzi come adattare una strada nel Cremonese per passare da Ustiano mantovano, a Cremona, proposta dal Consiglio di Mantova per aprire un commercio fra i due ducati, vedendo interessato in questa tutto il commercio della monarchia, non hò mancato di diligenze per avere tutte le notizie possibili per adempire alla mia commissione.

Trovata la strada essere la più fangosa del Cremonese, essendo nella parte inferiore, e la maggior parte dell'anno impraticabile, e che non si sarebbe potuta adattare, che facendo un gran fosso, palificare un fondo di dieci miglia, e alzare dei muri laterali per sostenere le materie per riempirla, come praticavano i Romani, quando trovavano terre simili, in vista della grande spesa, informato, come si è detto, nella descrizione della monarchia di un antico Progetto cremonese di render la Delmona navigabile, ho cercate tutte le notizie possibili, ed ho steso il presente Discorso, diviso ne' seguenti capitoli.

Divisione del Discorso.



I.

DESCRIZIONE DEL PO E DE' DAZI.

Il fiume Po sembra disposto e scavato dalla natura per il commercio de' rispettivi abitanti, come il Nilo nell'Egitto; ma circa le vicende di questa valle, formata dalle Alpi e dagli Appennini, invasa da tante nazioni, si è trovata, fra le rovine dell'impero romano, conquistata da' Longobardi, che le hanno dato il proprio nome. Soggiogata da Carlo Magno, con la divisione de' successori, col trasporto dell'impero in Germania, si è trovata spezzata in tanti piccioli stati, di cui ogni sovrano ha voluto far conoscere il proprio dominio sul fiume con vari dazi, di modo che questo lo hanno reso quasi non navigabile, convenendo in molti luoghi cercare altre acque, e fare de' trasporti per terra.

I dazi, che si trovano presentemente sono tredici, non contando quelli del Re di Sardegna, tre di S. M. da Pavia a Cremona, e Casal maggiore, e tre altri nel Mantovano. Due

Pontificj nel Ferrarese, quattro Parmigiani, e un Modenese, che è stato cresciuto di un paolo anche ultimamente sopra i seguenti generi, cioè droghe, lane, cotoni, stagni cere, ecc.: si pagano in oltre picciole onoranze in alcuni porti.

II.

DESCRIZIONE DELLA LOMBARDIA.

Misurando la Lombardia sulle carte dai confini della Savoia nel Piemonte a Saluzzo, alla foce del Po nell'Adriatico, si hanno in lunghezza, come si è veduto nella Descrizione della monarchia (*) del corso del Po, leghe 75, e fra le Alpi e gli Appennini, prese varie larghezze, 30.

Nelle carte che si hanno della Lombardia viene divisa in meridionale e settentrionale. Si vede questa più estesa e più alta che l'altra con uno spalto più elevato, portando i fiumi che discendono dalle Alpi maggiori materie e più grosse. La parte meridionale

(*) Abbiamo ommessa la Descrizione della Monarchia Austriaca, come argomento non più adattato a questi tempi. *Gli Edit.*

discendendo i fiumi, dagli Appennini più bassi, non ha così lunghe le sue rive.

I duchi di Savoia, passati nel Piemonte per il marchesato di Susa, essendosi dopo estesi nella Valle di Osta, a poco a poco si sono avanzati a cavallo del fiume fra le Alpi e gli Appennini, e in questi ultimi tempi con l'ultima cessione dello stato di Milano si sono portati sino al Lago Maggiore, e lungo le rive del Ticino, e di là dal Po sino alla Trebbia.

La meridionale al di là di questo torrente si estende negli stati di Piacenza, di Parma, di Modena, Bologna, Mirandola e Ferrara. La settentrionale al di là del Ticino si trova divisa fra S. M. e la repubblica di Venezia. Nella carta del Peutero si vedono gli stati di questa repubblica tutti circondati da quelli di Casa d'Austria fra il settentrione e il mezzo giorno. La situazione merita di esser rilevata per il commercio sì di là come di qua dal Littorale Adriatico.

III.

LOMBARDIA AUSTRIACA.

Era necessario fare precedere le descrizioni del Po e della Lombardia prima di passare a quella dell'Austriaca. Si comincerà prima a misurare la lunghezza, e se ne daranno due; una dal confine degli Svizzeri a Magadino, l'altra da quello del Re di Sardegna lungo il Po. Misurando sulla carta del Fratino dal confluente del Ticino nel Lago Maggiore, traversando la provincia del ducato di Milano, il Lodigiano, il Cremonese, il Mantovano sino alla Stellata, si hanno miglia 190. L'altra da Pavia lungo il Po a Piacenza sino alla detta Stellata, 110. In questa lunghezza i due ducati si trovano divisi dall'Oglio, da Ustiano al Po in un tratto di circa 20 miglia. Al di là di questo fiume non ha S. M., dopo le ultime cessioni fatte al Re di Sardegna, che una lingua di terra mantovana, che confina col Guastallese e Mirandolese. La Lombardia Austriaca in conseguenza si trova tutta nella parte settentrionale dal Ticino al Mincio. La larghezza maggiore è fra

l'Adda e il Ticino in alto 40 miglia; si ristringe in seguito, e più nel Cremonese inferiore fra l'Oglio e il Po.

IV.

STATO DI MILANO.

Con le ultime cessioni lo stato di Milano presenta una Penisola fra il Ticino e l'Adda, che è l'antica Insubria, che si ha nelle carte di Tolomeo. Questa continua al di là della bocca d'Adda fra l'Oglio e il Po. Si estende da' monti degli Svizzeri e dei Grigioni sino nel basso Cremonese a Viadana 86 miglia. È larga 40 fra Sesto e Lecco. Si ristringe nell'avvicinarsi al Po, e più del Cremonese, non essendo fra Casal Maggiore e Bozzolo che 15 miglia.

Col Censo fu misurato tutto lo stato da periti, compresi anche i laghi e le strade maestre, e si sono trovate miglia quadrate 2521, che sono pertiche milanesi 12,759,028, leghe di Germania, a 15 il grado, 647.

Di queste sono state stimate per sottoporre all'imposta pertiche 11,862,888, delle quali più di sette milioni aratorie, e più di due altri a prati.

Non vi è paese dove si sia più sicuro della popolazione, come Milano dopo la pubblicazione del Censo. Prima non si aveva che da parrochi: presentemente si ha dai cancellieri incaricati del censo nelle province. Si hanno in questi ultimi anni più di 1,110,000 anime, che, ripartite nelle 2621 miglia, si hanno anime 420; per lega di Germania 1680.

Si pagano di carichi, dei quali un terzo sono ipotecati e venduti, 22 milioni di lire milanesi, che sono zecchini un milione e mezzo. Si ha un debito di sali, tabacchi, ferri, acciaj, rami, ecc., zuccari, cacao, cannella, caffè, droghe medicinali, ecc., di più di due milioni di zecchini. Si mandano a Vienna dopo qualche anno per la cassa militare un milione e mezzo di fiorini, che sono 300,000 zecchini. Si hanno più di 100,000 zecchini in cassa per la redenzione delle regalie.

Non vi è paese in tutta l'Europa che possa dare una prova del commercio attivo, come lo stato di Milano, poichè, anche senza zecca, dopo tanti anni si pagano tutte le suddette somme in monete forestiere.

V.

DUCATO DI MANTOVA.

Con le carte piu esatte che ho potuto avere di questo ducato, e fra le altre quella di monsieur Nolin sulle memorie di Leandro Alberti e Cantelli, ho trovato che misurando dalla Stellata a Ustiano lungo il Po vi sono 60 miglia, e dal confine Mirandolese a Castiglione 40, che formano un' area di 1,600 miglia quadrate, e in conseguenza un terzo di quella di Milano.

La popolazione, compreso Bozzolo e Sabioneta 200,000 anime, che, ripartite nelle 1600 miglia, si hanno 130 anime per miglio, che parimente è circa un terzo della popolazione dello stato di Milano.

Paga di carichi circa 600,000 fiorini, che sono zecchini 133,000. In questo ducato si trovavano imposti da' duchi più di 72 carichi, che sono stati ridotti a minor numero, passato sotto al dominio austriaco.

Il ducato di Mantova, circonvallato tutto dagli stati veneti di qua dal Po, fuori che in un angolo col Ferrarese, abbondando di

grani a proporzione della sua popolazione, li manda nel Tirolo, e se ne avesse di bisogno Milano con i dazj del Po costerebbe più di lir. 7 il moggio. Con la descrizione si vede che assicurato il consumo della città, che non conta che circa 28,000 anime, circondata da confinanti, che non hanno bisogno di grani, converrebbe la libera esportazione, come si è pubblicato in Germania.

Abbondando di vini, e non avendo esito, se ne fa acquavite; e come la città di Milano ne manca, si provvede nell'Oltrepò; e con tutto che i vini mantovani siano a minore prezzo, non conviene farne venire per cinque dazj, onde non è stato possibile neppure aprire questo ramo di commercio fra i due ducati.

I risi del Mantovano sono i migliori di tutta la Lombardia Austriaca, ed hanno una qualità di conservarsi più lungamente che i milanesi con le navigazioni marine al di là della linea. Essendo state fatte delle spedizioni di risi e grani mantovani in tempo delle ferme in Ispagna, non sono costati, dati in Cadice, che lir. 3 al moggio, e portati a Milano per il Po costerebbero più di lir. 7, come si è detto.

Attese le piantagioni de' mori e la introduzione de' molini di seta, che cresce ogni giorno, si potrebbe, con le sete dello stato di Milano (delle quali n'esce più di un terzo crude, che vanno in Francia, in Olanda, Amburgo, Inghilterra), alzare delle fabbriche negli stati e regni della Germania Austriaca, come già si è rilevato nella descrizione della monarchia.

VI.

NUOVO CANALE, O NAVIGLIO CREMONESE.

Le mie prime diligenze sono state fatte sull'Oglio, informato che il conte Pallavicini aveva pensato a rendere navigabile la Delmona con le acque di questo. Quel governatore ne diede l'incombenza all'ingegnere Costa, che serve alla camera, e a molti possessori, ed io mi sono diretto a lui per avere le notizie, e anche di quello che aveva operato in tale occasione. Cominciò questo dal vedere se avesse potuto raccogliere le acque delle roggie, che escono dall'Oglio, e che vi ritornano, e fra le altre la Donna, che serve alle irrigazioni della Calciana. Con la partenza del governatore la incumbenza restò imperfetta,

ma nell'esaminare sulle carte della provincia il corso di dette roggie si è veduto che non era possibile profittarne; e avendo letto il Trattato di Vaprio, mi sono accorto che non vi era speranza di poter tirare nuove acque dall'Oglio (essendo state dichiarate le due rive una austriaca, l'altra veneta), che l'acqua e la navigazione sono comuni, e che questa al di sopra di Ustiano sino a Robecco, che divide il Bresciano dal Cremonese, mancando per una gran parte dell'anno per la scarsezza delle acque, si è obbligati a trasportare le mercanzie per sette miglia in più picciole barche, e a rimorchiarle, che nel paese si dice libiare.

Rinunziato all'Oglio, mi sono messo a considerare le carte dello stato di Milano, la censuaria della provincia, quella del Campi, e del Fratino, le quali mi hanno servito nel progetto. Ho cominciato a misurare l'Adda da Formigara alla sua foce nel Po, ed ho trovato miglia 10. Dopo traversando tutta la provincia da Formigara a Tezolo, dove sbocca la Delmona nell'Oglio, 37. Ho misurato dalla bocca d'Adda il Po nel lungo tratto, e il più tortuoso, sino alla torre dell'Oglio dove conflue, e mi sono risultate 40 miglia.

Ho scorso dopo coll'occhio le rive del-

l'Adda da Lodi al Po, ed ho veduto che deve avere più acque a Formigara, poichè dalla riva Cremasca vi entrano due fiumi, Torno, e il Serio, che viene da' monti di Bergamo, traversando la città di Crema; e dalla Lodigiana di ritorno la Muzza a Castiglione, mi è sembrato che non si potesse nè mancare di acqua, nè di pendenza.

Comunicate queste mie osservazioni a chi mi era diretto a Cremona per avere notizie con de' quesiti, avendo trovato un generale pregiudizio anche negl' ingegneri, cioè che l'Adda fosse più bassa dell'Oglio, feci loro vedere che questo era vero nel Cremonese superiore fra l'Oglio e l'Adda, ma che non poteva essere nell' inferiore in più di 40 miglia fra l'Oglio e il Po.

Sono state rilevate, dopo quattro difficoltà: sabbie, profondità della Delmona, traverso delle roggie, inondazioni. Per le sabbie, o queste sono superiormente, e si potranno evitare con cercare fondo più sicuro; se s'incontreranno al di sotto nello scavare, si potranno superare o con assicurare il fondo e le sponde, o con volgere il cavo da un' altra parte. Non ho contato per grande la difficoltà della profondità della Delmona potendo dis-

porre di tutto il fiume, mentre si sarebbe potuto alzare con delle chiuse. Per le roggie si potrà praticare quello che si usa cogli altri naviglj, o con farle passare sotto il letto dello stesso cavo, o superiormente con canali di legno da una riva all'altra, essendovene già tre sulla stessa Delmona, o con riceverle e restituirle. Per le inondazioni si potranno aprire degli scaricatori verso l'Adda e il Po, dove tutto il Cremonese inclina col suo piano, sì superiormente, come inferiormente; e dove confluono tutte le acque, fuori che la Delmona, nell'Oglio a poca distanza dal Po.

Tutto questo risulterà dalla livellazione, potendosi trovare sul luogo de' mezzi, a cui non è possibile pensare da lontano con le carte. Tutto si ridurrà a vedere se si debba aprire o a Formigara, o più basso a Pizzighettone in uno spazio di sei miglia, mentre sembra, dalla descrizione che si è fatta, che non si possa mancare di pendenza.

VII.

DELLA SPESA.

Con tutto che non si possa parlare di questa, prima della livellazione, nulladimeno si può dare un' idea. Questa non sarà che una anticipazione, poichè evitandosi i cinque dazi forestieri sul Po, Guastalla, Bersello, Polesine, Torricella, Piacenza, che costano a S. M. per i soli sali, e tabacchi 3,000 zecchini, si avrà un capitale da rimborsarsi non solo col risparmio di questi, ma per quello che costano al commercio de' due ducati di Milano e Mantova, i risi, granaglie e altre mercanzie, come si vede dallo stralcio, che qui si dà; il quale si è fatto fare da' libri delle Ferme, poi dall'amministrazione, come segue:

	Importo del Dazio annuo.	Capitale
Sali e tabacchi pagano zecchini	3,000	75,000
Formaggi pagano fiorini 6000, zecchini	1,500	37,500
Mercanzie diverse pagano fiorini 60,000, zecchini.	13,500	337,500
Granaglie pagano per some 8000, a lir. 8 15 di Milano la soma, e comprese le onoranze 9000, importano lir. 72,000, che sono fior. 21,600, zecchini.	5,000	125,000
	23,000	575,000

La maggiore spesa sarà lo sperone per l'imboccatura, gli scaricatori, le chiuse, i ponti, le tombe, come pure quella di traversare le roggie, che vengono dalle due grandi, chiamate navigli per la quantità d'acque, portando quello della città più di 400 once, l'altro,

della casa Pallavicini, di 300, i quali si dividono in 13, a Ginivolta passando sotto altrettanti archi. Questi si estendono, per le notizie che ho, in irrigazioni di qua e di là della Delmona, ma di questo si potrà dare maggiore notizia con la relazione della visita preventiva.

VIII.

VANTAGGI E CONSEGUENZE.

Col naviglio cremonese, reso indipendente il commercio dal Lago di Como al Mantovano e a Trieste, non si avrà che il Ferrarese de' dazi esteri. Con questo non mancheranno persone per istabilirsi in detto porto e alla Mesola. Con questo solo si potrà riparare allo stravaso del commercio della Lombardia Austriaca sulle province venete, con le quali confina tutto il Mantovano, il Bresciano lungo l'Oglio, e il Bergamasco sino alla Valtellina. Col nuovo naviglio si potrano regolare le tariffe che dimandano una gran riforma, sì per il gran commercio, come pe' confinanti che profittano delle nostre tariffe. Col solo naviglio si potrà unire il commercio delle due valli Danubio e Po, come si è detto

nella Descrizione della monarchia. Con questi si potrà aprire una gran fiera in Cremona, trovandosi in mezzo alla Lombardia. Si potrà di più incanalare col tempo un commercio con Livorno per mezzo della nuova strada di Modena e Toscana, passando dal Mantovano al Mirandolese e Modenese.

Col naviglio si potrà pensare a stabilire una diligenza di barche da Milano a Trieste, con cui i sudditi Lombardi si avvicinerebbero più al trono di S. M., il che si rende sempre più necessario con le parentele, cogli impieghi, con i capitali, e col commercio, che si accrescerà.

Col naviglio si avrebbe un più sicuro comodo, e un economico trasporto delle reclute italiane e tedesche, e l'Augusta Sovrana vedrebbe passare le sue armate dal Po al Danubio sempre ne' suoi stati.

Questo è il Naviglio che si è presentato in Milano a S. A. R. con la Carta della Lombardia Austriaca, che si degnò di leggere, e che si convenne che fosse necessaria una visita preventiva sul luogo, per esaminare dove si fosse potuta condurre la livellazione; e, fatta questa, si è presentata la Relazione, che si dà qui in seguito.

RELAZIONE

Della visita preventiva per vedere dove si poteva condurre la livellazione, per rendere la Delmona navigabile.

Si partì il 10 novembre, 1772, e giunti a Giera di Pizzighettone, si misurò il gran ponte trovato 186 braccia, e si passò a vedere il Serio Morto, che serve alla fossa della fortezza, e sbocca al disotto di questa nell'Adda con un molino.

Si passò dopo in barca al disotto del ponte a vedere le due rive, e in distanza di quattro miglia si smontò, invitati da una bella situazione della cascina di Belvedere, dove il fiume fa un angolo, e si ristringe andando al Po quattro miglia al disotto.

Ritornati a Giera, si pensò a partire per Cremona, e con le notizie avute, e quello che si era veduto a un miglio di Belvedere, che sembrava disposto per il nuovo canale, si mandò la carrozza a Spinadesco, ed i cavalli a Belvedere, dove si passò di nuovo in barca.

Sulla strada, con la carta del Campi alla mano, e con persone del paese, si esaminò il

terreno, che si trovò troppo basso, e si passò a Cremona.

Giuntivi, si fece chiamare l'ingegnere Costa: mi diressi a que' signori della città, già informati del progetto, e della mia incombenza, e li pregai a darmi tutte le notizie e le memorie che si trovassero nell'archivio della città. Fui secondato con tutta la premura, e fissato il giorno per portarsi alla casa della città, dove si esaminò la Mappa della Delmona, in qualche parte guasta e corrosa, e con le notizie avute, si è trovato che si è sempre pensato da' Cremonesi a rendere la Delmona navigabile per avere un interno commercio in tutte le stagioni, poichè più della metà dell'anno la città non ha commercio con la sua provincia per le strade fangose e impraticabili.

Si è pensato, prima a incanalare il Morbasco in vicinanza di Cremona, che va nel Po, ma non avendo che un corso di miglia sette e poc'acqua, non bastando alle volte per i molini, che vi sono, si è trovato che non se ne poteva disporre. Si è pensato dopo al Riglio, più alto, che va nell'Adda, e che bene spesso non ha acqua, tanto più quando è sparso nelle irrigazioni di Acqua Negra, che

è un territorio del Cremonese Superiore dalla parte dell'Adda. Non si è lasciato ancora di vedere se fosse stato possibile di profittare delle acque del Serio Morto, che ha la sua sorgente a Castel-Leone, ma non ha che un corso di otto miglia, e le sue acque sono obbligate alle irrigazioni della Regona di Pizzighettone, e si è veduto che va nella fossa di questa fortezza.

Si trovano ancora delle memorie per vedere se fosse stato possibile d'introdurre la Roggia Pallavicini, chiamata naviglio, per la grande quantità di acqua che porta, e che viene dall'Oglio; ma trovando questa tutta impegnata in irrigazioni, e al di sopra della strada di Robecco, e al di sotto, non se n'è potuto disporre che di una parte nell'inverno.

In questo secolo vi è stato uno zelante Patrizio, che aveva pensato ad aprire l'Adda fra Pizzighettone e Belvedere, e in conseguenza più basso di Formigara, ma si è trovato un dorso di monte tutto sabbie, dove si sarebbe stati obbligati a far un cavo profondo, e lungo più miglia, e si sarebbe perduta molt'acqua senza gran ripari.

L'ultimo esperimento è quello del quale si è parlato nel Discorso fatto fare dal conte

Pallavicini per mezzo dell'ingegnere Costa, con raccogliere le acque delle roggie che escono dall'Oglio e che vi ritornano.

Avute tutte queste notizie, mi sono risolto di portarmi alla Pieve Delmona sulla strada della Posta, e di là andare a Bozzolo lungo il canale per vederne lo sbocco nell'Oglio, come pure questo fiume, la larghezza, la profondità, e il ponte a Marcaria.

Giunto, mi sono informato dell'Oglio e della Delmona, e con delle persone del paese sono andato a cavallo a Calvatone, e lungo la riva, rimontando, ho osservato per due miglia il corso della Delmona, e dopo ritornato sono andato a Tezolo, dove sbocca poco al di sopra del ponte a Marcaria. Ho misurato questo, che ho trovato 75 braccia, e in conseguenza meno della metà di quello di Pizzighettone sull'Adda. Il fiume era gonfio, e radeva il ponte: mi sono informato da' molinari delle varie altezze del fiume, che mi hanno detto esser sempre navigabile sino al borgo di Ustiano, e mi sono portato lungo le due rive per vederne il corso, ed esaminarne il terreno. Mi è stato rilevato, che quando si alza il Po rigurgita l'Oglio, e questo fa alzare la Delmona a qualche miglio di sopra.

Partito dopo tre giorni, sono ritornato a Cremona, e coll'ingegnere Costa, a cavallo sono andato di nuovo alla Pieve Delmona, esaminando le roggie che traversano la strada di S. Marino, che sono undici.

Misurando sulla carta dalla Pieve di S. Giacomo per andare all'Adda, ho trovato 16 miglia. Lungo il canale mi sono portato alla casa de' Guinzani, dove vi è un molino, e una cascata di circa un braccio. Sono passato alla Pieve Delmona, dove sono le prime sorgenti, che sono scoli delle roggie superiori, di tale maniera, che si hanno 20 miglia di canale già fatto. Mi sono portato dopo a Pozzaglio e a Brazzoglio, e ho veduto il cavo Robecco, che discende al di sopra della strada di Brescia traversando i navigli della città di Cremona e Pallavicini, ed ho trovato ammirabile l'incrocicchiamento delle tredici roggie che passano a Ginivolta al di sotto de' tredici ponti, che divise in altre tre, si spargono nelle irrigazioni del Cremonese inferiore di qua e di là della Delmona, e altre vi confluono direttamente, e meritano di essere considerate per l'industria di que' fittabili nel dividere e suddividere le acque.

Col corso di queste, di cascina in cascina

si vedono livellare ocularmente tutte le roggie sino alla Casa Nuova al di sopra del molino de'Servi sul Morbasco, e di lä a Sesto. Misurando sulla carta ho trovato 30 miglia andando da questa terra a Tezolo, e solo 7 all'Adda, di tale maniera che non si può dubitare di pendenza al di sotto di Sesto.

Sono passato dopo a Fengo, a Grumello: ho traversato il Serio Morto, e sono andato a Formigara, e lungo la riva a Pizzighettone e Giera.

Consultato coll'ingegnere Costa, e col Preposito di Grumello, che ci aveva accompagnato, si ritornò co' medesimi a Formigara e a Sesto, e si è misurato il terreno per vedere dove si poteva condurre la livellazione, passando per Cremona alla Pieve di San Giacomo. Si è tirato una linea sulla carta del Campi; e da Formigara a Regona vi sono miglia 3; da questa a Grumello altre 3, a Fengo 1, a Sesto 2, a Casa Nuova 3, a Cremona altre 3, e 7 alla Pieve di San Gacomo, in tutto miglia 22: così il naviglio da Formigara a Tezolo, dove sbocca la Delmona, farebbe 37 miglia.

Si è ancora pensato a vedere dove si dovrebbe alzare lo sperone per l'imboccatura, e

si è trovato un fondo di ghiaie, e che non si può mai mancare di acqua con 180 braccia di larghezza di fiume, e per il meno di più di un braccio d'acqua nella maggiore bassezza, essendomi portato per questo con un padrone di barche, pratico non solo della navigazione dell'Adda, ma del Po e dell'Oglio al di sopra della bocca della Muzza sulla riva Lodigiana più alta di Formigara, poichè avendo misurato l'Adda anche a Brivio, al disopra del naviglio e della Muzza, non ho trovato differenza che di 15 braccia nella larghezza, e quasi l'istessa quantità di acqua, essendo rinforzato il fiume al disotto di Lodi, dal Torno, e dal Serio, che passa per Crema, e dalla Muzza, come si è detto, e più sotto dal Serio Morto.

Con la barca sono disceso l'Adda, esaminando sempre il fondo sino a Belvedere, e due miglia al di sotto, di tal maniera che non si può mancare di acqua non solo per rendere navigabile la Delmona, ma per l'irrigazione di tutto il Cremonese inferiore, che manca d'acqua, non avendo a scoli che delle roggie superiori, che si sono descritte, e potendosi disporre di tutto il fiume, essendo S. M. padrona delle due rive.

Siccome si dovranno aprire degli scaricatori lungo il canale, come su gli altri due navigli di Ticino e Martesana, si avrà per questo un grande vantaggio, perchè il Cremonese superiore dalla parte dell'Adda ha molto declive, come si vede dalle acque del Riglio e Morbasco. Non sarà di bisogno che di fare due tombe sopra questi due piccioli fiumi, che sono profondi, e in conseguenza non si sarà obbligati ad alzare il letto. Si potranno ancora praticare degli scaricatori secondo che si troverà necessario nel condurre la livellazione per assicurarsi dell'escrescenza delle acque. La maggiore spesa sarà lo sperone per l'imboccatura, che deve esser tutta di pietra quadra, e tagliata, incatenato, come sul Ticino. Dopo saranno le chiuse per alzare la Delmona. Si è anche pensato alla notizia avuta in Bozzolo per il riflusso nell' Oglio, nella Delmona, quando è alto il Po, mentre, nel caso, con de'fuochi si potrà facilmente, e immediatamente levare l'acqua all'imboccatura sull'Adda.

Da tutto questo si vede che la spesa non può essere grande. Nel Discorso del naviglio si è veduto che si ha un tesoro per questo sul Po, e che non può costare che un' an-

ticipazione, che si potrà rimborsare in pochi anni; e qualunque spesa sarà sempre un' economia, trattandosi di aprire un commercio libero, col nuovo canale a Trezzo, da Chiavenna a Trieste, indipendente da ogni dazio estero, fuori che il Ferrarese già convenuto col trattato, e che con le ragioni che si hanno non si può considerare totalmente estero.

Con il solo canale Cremonese si potrà, una volta che non si avranno che i dazi di S. M., calcolare la spesa delle condotte delle mercanzie, che si possano avere dal regno di Napoli, e dal Levante, e de' generi nativi dell' Ungheria, e della monarchia per avere un vantaggio sopra gli altri tre porti, Genova, Nizza e Adige, potendosi sempre compensare S.M., anche che si dovessero levar tutti, in altra maniera.

Non manca dunque che la livellazione, che si aspetta impazientemente da' Cremonesi, mentre, assicurata e pubblicata, non si mancherà di capitali, e la provincia stessa si offrirà di concorrere; tanto più la città di Cremona, che col nuovo canale si troverebbe centro del commercio della Lombardia, essendo in mezzo al Po.

DELLA

MANIERA DI CONTINUARE

LA NAVIGAZIONE

DALL'OGLIO ALL'ADDA

PER

IL CANALE DELLA DELMONA

MEMORIA INEDITA.

ALTEZZA REALE. *

Le providenze superiori e magnanime di V. A. R. si sono ultimamente rivolte a facilitare l'interna comunicazione della provincia Cremonese. Il marchese consigliere Carpani ha portato su quest' oggetto importante tutta l'estensione de' suoi lumi, e tutta l'elevazione de' suoi talenti, proponendo primieramente di aprire una comoda strada dalle rive dell' Oglio sino a Cremona, e poi di continuare la navigazione dall' Oglio all' Adda per il Canale della Delmona. Io ho eseguito gli ordini di V. A. R. servendo il ministro suddetto nell'attenta e laboriosa visita che ha fatto sul Cremonese; mi resta ora da soddisfare all' altra parte degli ordini che ho ricevuto, riferendo a V. A. R. ciò che mi è parso sulla

* Il manoscritto di questa Relazione (inedita) presentata a S. A. Reale il Serenissimo Arciduca *Ferdinando*, Governatore generale della Lombardia, trovavasi nella libreria dell' Abate Carlo Amoretti.

parte idrometrica e topografica di tutto questo argomento, e poichè ho ritrovato delle difficoltà insuperabili nei tre antichi progetti d'ingrossare la Delmona, o con un ramo dell'Adda o con altre acque del Cremonese, o superiore o inferiore, mi avanzerò ad esporre un mio nuovo pensiero di arrivare allo stesso intento colle acque del Serio di Pizzighettone, ma nello stesso tempo rileverò con ingenuità filosofica i dubbi che mi restano sopra un progetto che non ho potuto ancora maturare abbastanza. Io sarò contentissimo, se V. A. R. giudicherà che abbia fatto ciò che dovevo, e se mi continuerà l'onore dell'alta sua protezione, che imploro, mentre con ogni venerazione e rispetto mi sottoscrivo.

Di V. A. R.

Milano, dicembre, 1772.

Umil., Dev., Obb. Ser.
Paolo Frisi.



I.

DEI DIFFERENTI PIANI DEL CREMONESE.

Il Territorio Cremonese resta in gran parte sollevato e disteso sopra due coste, al piede delle quali scorre l'Oglio a tramontana, l'Adda a ponente, e a mezzogiorno il Po, che poi col tronco inferiore rimane ancora a levante: superiormente e l'Oglio e l'Adda radono in molti luoghi con le loro acque le stesse coste, ma poi e l'Oglio e l'Adda, e il Po se ne allontanano variamente, lasciando in mezzo dei bassi fondi più o meno stesi, e soggetti alle inondazioni, che volgarmente si chiamano Regone; così il Cremonese è diviso come in due piani di un livello differente: cioè in Costa, e Regona; e così pure salendo dal piano dal Po, forma il Lodigiano come una Terrazza variamente continuata da Fombio all' Ospitaletto, e alla magnifica Villa d'Orio.

L'Adda corre incassata immediatamente sotto alla Costa a Pizzighettone, e a Crotta sino al luogo detto di Belvedere. Il piano

della costa a Pizzighettone s'alza sopra il fondo del fiume per più di dieci braccia, e nel luogo di Crotta arriva sino all' altezza di 25. Poi un miglio più abbasso tutta la costa è lontana dal fiume, lasciando una spaziosa Regona, e prendendo il giro di Belvedere, della Bombarda, e di Spinadesco sino a Cremona.

La successiva degradazione del piano inclinato, sopra cui giace la città, non rende tanto sensibile l'elevazione della parte superiore, com'è sensibile a Crotta, a Spinadesco, e in altri luoghi, dove la costa è quasi verticale. Ma salendo al Borgo di S. Lazaro e ai luoghi di S. Bernardo e dei Cappuccini, si può facilmente argomentare l'elevazione del piano e dalla semplice vista del Po e dal cavo chiamato della Cerca, che scendendovi dai nominati luoghi serve per le cadute di due grossi molini, ed ha per tutto il fondo nel tortuoso suo giro un declive considerabile.

Sotto a Cremona continua lungamente la costa, dove più, dove meno inclinata; più o meno alta, più o meno lontana dal Po. Verso Casal Maggiore si confondono insieme e Costa e Regona, terminando in un piano inclinato prima verso il Po e poi verso l'Oglio, nella cui parte più elevata rimangono situati

Rivarolo, Spineta, Bozzolo, e altri luoghi. Risalendo l'Oglio dall'altra parte, la Regona incomincia a Gazzolo, e con diverse mutazioni si stende sino a Gabbioneta.

Nella relazione della visita fatta nel 1606, e che è stampata nel libro degli Statuti della città, trovo pure osservato, che da Cremona girando sino all'Oglio, tutta la Regona è bassissima, e che è grandissimo il declivio del piano superiore della Costa sino alla Regona. Ivi trovo in oltre notato che tutta la Regona del Po è di pertiche circa 300 mila. Tutto il Territorio Cremonese si stende da Levante a Ponente per circa 60 miglia, e da tramontana a mezzogiorno per circa 12, o 13.

Il piano inferiore delle Regone sembra formato dalle alluvioni dei fiumi che serpeggiando variamente, nel ritirarsi dalla Costa, vi abbiamo lasciato al piede come una specie di spalto. Si sa quante mutazioni sono accadute ne' loro alvei; anzi vi sono delle memorie, che l'Adda costeggiasse una volta alcuni luoghi situati qualche miglio sotto a Cremona; il che forse può esser vero solamente di qualche ramo, e forse non è già tutta l'Adda che si sia portata coll'arte a sboccare nel Po a Castelnuovo, come pensano

alcuni, ma solamente qualche ramo che prima divagava dal tronco principale: ma comunque ciò sia, i piani di Rivarolo, e di Bozzolo sono visibilmente troppo elevati sopra le Regone, perchè l'Adda mai abbia avuto corso da quella parte.

II.

DELLA VARIA INCLINAZIONE DE' PIANI.

Il piano superiore del Cremonese dalla strada, e dal cavo di Robecco vien diviso in due parti d'inclinazione differente. La parte più alta è variamente intrecciata dai due navigli Pallavicini e di Cremona, derivati superiormente dall'Oglio, e distribuiti con tutta l'arte a secondare le campagne: le ultime diramazioni del naviglio Pallavicini ritornano nell'Oglio, e in poca distanza da esse il tronco principale del naviglio di Cremona per un tratto più lungo si volge direttamente verso il Po, onde è chiaro, che tutto il piano, colmeggiando nel mezzo, pende a tramontana; e verso l'Oglio, da una parte, e dall'altra verso il Po a mezzogiorno, in maniera tale però che la pendenza principale è a mezzogiorno.

Ciò apparisce anche meglio dal cavo di Robecco che nel luogo di Brazzoli ha come un perno, da una parte del quale si volgono le acque nell'Oglio a Robecco, e dall' altra nel Po a Cremona.

Disotto al cavo di Robecco la pendenza principale dei piani è a levante. Tale è la direzione generale della Delmona, del Comesaggio, e di altri fossi del Cremonese. Il cavo della Delmona fu incominciato verso il 1300, per quanto ho trovato notato nel libro degli Statuti già nominati. La larghezza quasi uniforme di 15 o di 16 braccia, e la direzione quasi rettilinea del cavo per circa miglia 14 1/2, dal luogo di Gazzo sopra la pieve di S. Giacomo sino al luogo di Tezole, dove sbocca nell'Oglio, fanno vedere che il cavo è un'opera non della natura, ma dell'arte. I tre sostegni Offredi di Piadena, e S. Andrea, che lo interrompono con cadute considerabili, servono a derivare dei fossi d'irrigazione, siccome tutto il cavo serve principalmente allo scolo delle campagne, e allo scarico delle piogge, che per la natura del terreno gessoso possono meno che altrove disperdersi tra i pori della terra.

Così essendo, le pendenze principali dei piani prima da tramontana a mezzogiorno, e

poi da ponente a levante, è facile da immaginarsi che la pendenza generale nell' angolo retto, che forma il cavo di Robecco con la Delmona, deve variare per altri gradi intermedi; e in fatti le così dette Seriole, Fregalino, Silvela, e Dossolo, tagliando la strada di Mantova tra il borgo di S. Lazaro e là Delmona ricadono verso il Po tra levante e mezzogiorno; il che fà inoltre vedere che il piano della campagna al di là del suddetto borgo, e del luogo de' Cappuccini, si va elevando anche più sin verso il luogo di Malongola, dove tutti i fossi si volgono generalmente verso il profondo cavo della Delmona. Le dirotte pioggе, e le vaste inondazioni della Delmona nei giorni 20 e 21 dello scorso novembre, presentando agli occhi come una specie di livellazione ad acqua stagnante, mi hanno fatto vedere che dove i terreni pendono verso la Delmona non è la pendenza assai grande, mentre essendo inondate le campagne di qua dalla pieve tutto al lungo della strada di Mantova, in alcuni luoghi, per la lunghezza continuata d'un miglio, non vi avevano le acque molta profondità, nè vi avevano un corso sensibile.

III.

DELLE PENDENZE DEI FIUMI.

I fiumi maggiori corrono principalmente per la pressione delle acque superiori, e i fiumi minori, e i canali corrono principalmente per la pendenza del fondo: considerando ancora alcune altre circostanze, e più generalmente parlando, la pendenza del fondo è tanto minore quant'è maggiore il corpo dell'acqua, e più sottili le materie che portano i fiumi, e quanto più sono lontani dalle montagne. Per tutte e tre queste ragioni il Po deve correre con minor declive dell'Adda, e l'Adda con minor declive dell' Oglio.

Il Po Grande sotto alla confluenza del Panaro corre con la pendenza di circa 8 once del piede bolognese per miglio. Il celebre Eustachio Manfredi, considerata la detta pendenza e la diminuzione del corpo d'acqua che si ha superiormente, credette ne'suoi Dialoghi di poter fare la supposizione, che il Po dall'Oglio al Taro pendesse in ragione d'once 9 1/2 per miglio, che in miglia 35 farebbero piedi 21 2/3, e dal Taro all'Adda in ragione

d'once 10, che in miglia 25 farebbero piedi 20 e once 10 di Bologna.

Così si potrebbe supporre che in 60 miglia dall'Adda all'Oglio la pendenza del fondo del Po non fosse molto maggiore di piedi 48 1/2. Io non credo inverisimile questa supposizione, perchè ancora il Barattieri, celebre ingegnere pratico di Codogno, riguardò come assai piccolo il declive del Po, scrivendo nel capitolo XII del lib. VII della sua Architettura: *che da Cremona a bocca d'Oglio vada poi questo fiume di Po con molto minor pendenza che nelle parti superiori, e' si fa chiaro con vederlo andare sempre o quasi sempre diviso in due e tre canali, che tale mancamento di pendenza*, ecc.

Lo stesso autore nel libro V del tomo II riputò l'Oglio prossimamente uguale al Reno di Bologna, e stimò la portata dell'Adda di circa 6 Reni, la portata del Tesino di 8; e tutto il Po sopra la confluenza del Tesino di circa 8 Reni e mezzo: così l'Adda sarebbe più di un quarto del Po a Cremona, e l'Oglio sarebbe un sesto dell'Adda e 1/22 del Po: occorrerà altre volte di parlare del Barattieri, come d'un uomo assai pratico di questi fiumi, e che ha progettato e diretto il raddrizza-

mento dell'Adda, fatto a Pizzighettone verso la metà del secolo passato.

Poichè adunque il Reno di Bologna sotto alla confluenza della Samoggia ha poco più di un piede di pendenza per miglio, e il corso dell'Adda da Pizzighettone al Po è di circa 10 miglia, crederei di poter supporre che il fondo dell'Adda a Pizzighettone non sia molto più di 60 piedi elevato sopra il fondo del Po allo sbocco nell'Oglio. Nè pare verisimile che la caduta dell' Adda sia molto maggiore in un tratto, dove porta materie sottili, dove risente il rigurgito del Po, e dove la velocità superficiale è tanto piccola che il viaggio d'una piccola barca a due o tre remi è di circa 4 miglia per ora, come è il viaggio dei galleggianti liberi, e abbandonati sulla superficie del Reno.

Lo sbocco della Delmona nell' Oglio resta più di 15 miglia sopra lo sbocco dell' Oglio in Po. Il Reno nelle ultime 15 miglia sopra le rotte ha la caduta totale di piedi 26 1/4; onde portando l'Oglio delle materie più grosse, si potrebbe finalmente supporre che il fondo dell'Adda a Pizzighettone non sia molto più di piedi 30, elevato sopra il fondo dell'Oglio allo sbocco della Delmona. Su tutte queste

supposizioni era fondato l'antico mio dubbio che le acque dell'Adda a Pizzighettone non potessero avere una caduta bastante nella Delmona, che nel corso di 14 miglia è interrotta da tre sostegni, è ha da per tutto una caduta di fondo considerabile. Ma torneremo a questo dubbio in appresso.

IV

DI TRE ANTICHI PROGETTI D'UN NAVIGLIO.

Tre sono i progetti differenti di un Naviglio Cremonese, dei quali ho ritrovato qualche memoria. Il primo si trova accennato in una scrittura del 1559; e poi in una relazione stampata due anni dopo, ed è dettagliato con tutte le circostanze in un manuscritto del 1565. Il progetto era di unire il Rio d'Acqua Negra, il Morbasco e il residuo del naviglio di Cremona nel borgo di S. Lazaro, e di là aprire a tutte quelle acque un nuovo cavo, portandole a incontrare la Delmona un miglio sopra la Pieve. I tre periti deputati ad esaminare il progetto nel 1565, dissero che dal borgo suddetto alla Delmona vi volevano 10 ponti, 4 tombe e una conca; che, oltre l'allargamento

della Delmona, vi volevano 3 ponti e 4 altre conche, e che comprese queste opere tutto il naviglio non avrebbe importato che lir. 136,755, ss. 17 6. A ciò aggiunsero i tre periti di avere ritrovato con una livellazione che le acque si potevano condurre dal Borgo di S. Lazaro alla Delmona con la caduta d'un quarto per 0/0, il che in tutto quel tratto porterebbe la caduta totale di circa 600 braccia; e confrontato con quanto si è detto nel fine del secondo §, basta per far sentire la falsità di tutti i supposti de' periti.

Il secondo progetto porta il nome del marchese Camillo Maggio, e dell'ingegnere Pescarolo, ed è stampato con un piccolo disegno nel 1675: in esso si proponeva di scendere con una conca dal luogo di S. Bernardo nel cavo detto della Cerca, e poi con due altre conche di calare sino al piano della Regona, che incomincia subito passato il Dossolo: di là si voleva continuare il naviglio per i luoghi di Pugnolo e Solarolo lungo la strada che chiamasi di Mezzo, e che è appunto tra la strada di Mantova, e la strada più bassa di Casalmaggiore. Finalmente il naviglio doveva entrare nel canale di Spineta, e per la via del Comesaggio finire a Torre d'Oglio, e nel

Po, e con ciò si credeva di poter ottenere una libera navigazione dai confini del Cremonese alla città, dal principio di settembre sino al tempo degli adacquamenti, facendo prima servire il corpo d'acqua della Cerca, e poi riunendo insieme le altre acque che scorrono nella Regona.

Il terzo progetto si attribuisce a un autore d'una illustre famiglia cremonese, e si legge in un foglio stampato, per quanto mi è stato detto, 30 o 40 anni fa. In esso si proponeva di derivare dall'Adda un ramo perenne di acqua mezzo miglio sòtto al molino di Pizzighettone per così evitare le difficoltà del Serio, e dei fossi che restano al disopra. Poi si voleva portare il cavo in linea retta alle cascine Bignami, e Berondelli, tre quarti di miglio lontano da Pizzighettone, per così costeggiare la strada maestra di Cremona. Si doveva quindi continuare il naviglio nel cavo della Cerca, e poi rivolgerlo sulla strada di Mantova poco sopra i Cappuccini, portandolo finalmente a unirsi con la Delmona verso la pieve di S. Giacomo. Tutta la spesa di quest'opera si calcolò 150,000 filippi.

Ed è singolare il discorso, con cui l'autore ha voluto provare che vi era una caduta suf-

ficiente al bisogno; mentre suppose primieramente, che da Pizzighettone a Cremona bastassero per il naviglio 15 braccia di caduta: indi suppose che l'Adda e il Po pendessero in ragione di 3 once almeno ogni 100 trabucco; che quando tutto il corso arrivasse a miglia 18, formerebbero la caduta totale di braccia 22 1/2: nè ha riflettuto l'autore che, trattandosi di condurre il naviglio, non già sulla spiaggia del Po, ma vicino a' Cappuccini e nel cavo della Cerca, che è tanto superiore al Po, come si è detto nel § I, per poco che si volesse dare alle cadute de' due molini dello stesso cavo, da tutte le antecedenti supposizioni si verrebbe a concludere, che non vi potesse avere sufficiente caduta un naviglio tirato da Pizzighettone e dall'Adda.

V.

DEI TAGLI DEL PIANO INFERIORE.

Dalla descritta disposizione delle pendenze dei fiumi, e dei differenti piani del Cremonese, ne segue primieramente che non si potrà mai condurre un ramo d'acqua, nè dall'Adda nell'Oglio, nè dall'Oglio nel Po, se

non facendo la derivazione in parti assai superiori di un fiume, e portando lo sbocco nelle parti più basse dell'altro, come nel caso dei due navigli Pallavacini e di Cremona, e come sarebbe fisicamente impossibile di cavare dall'Oglio nel piano delle Regone di Gabbioneta un ramo d'acqua che passasse sul piano della costa, e sboccasse nel Po a Cremona; così ogni cavo che incominciasse nelle Regone del Po, o ancora in quelle dell'Adda disotto a Crotta, non si farebbe mai comunicare con la Delmona, o con altri fossi del piano superiore.

Accenniamo più particolarmente le conseguenze di tutti questi principj. In primo luogo, poichè il Morbasco finisce nel piano delle Regone, e scorre sempre in un fondo profondamente scavato dentro la costa, non si potranno le di lui acque tirar nel cavo della conca, come portava il primo progetto, e nel Borgo di S. Lazaro, che è sopra la stessa costa. In secondo luogo, le altre acque, che sotto a Cremona scorrono per le Regone del Po a norma del secondo progetto, non si potranno tirar sul piano della strada di mezzo, che in molti luoghi è superiore visibilmente al piano delle Regone; e similmente un navi-

glio, che si tirasse dalla Regona dell'Adda a Belvedere nella Regona del Po a Spinadesco, luoghi tutti soggetti alle inondazioni, e difesi solamente dagli argini, non si potrebbe mai sollevare al Borgo di S. Lazaro, alla strada o di Ostiano, o di Mantova, e al piano della Delmona, luoghi tanto elevati sul ciglio degli argini, e sull'orizzontale delle massime escrescenze del Po.

Onde se si volesse tirar partito dalla comodità, che una svolta dell'Adda sotto a Belvedere sembra presentare per l'imboccatura d'un nuovo cavo, dove l'alveo del fiume è più ristretto, e dove il rigurgito del Po maggiormente assicura la necessaria quantità di acqua, bisognerebbe far conto di continuare sempre il naviglio nel piano inferiore delle Regone, a modo di un controfosso del Po. Le principali difficoltà d'una simile impresa sarebbero, primo, i terreni fradici, e sortumosi, per i quali si dovrebbe passare; secondo, i siti troppo bassi, nei quali dovrebbe sostenersi il naviglio con argini altissimi; terzo, la continuazione di tutta l'arginatura, con cui dovrebbe difendersi dalle piene del Po; quarto, le inondazioni del Rio d'Acqua Negra, del Morbasco, e di tanti altri fossi, che do-

vrebbero attraversare il cavo, e che sarebbero rigurgitati dal Po in tempo delle piene; quinto, il pericolo, a cui resterebbe esposto tutto il naviglio per qualunque ravvolgimento o corrosione che il Po facesse nell'argine.

VI.

DEI TAGLI DEL PIANO SUPERIORE.

Pare adunque che l'ultimo dei tre progetti accennati nel § IV possa proporsi più fondatamente e plausibilmente di tutti gli altri: ma intorno al luogo di derivare un ramo dell'Adda potrebbe ancora riccorrere l'antico mio dubbio, cioè che il fondo del fiume a Pizzighettone non avendo probabilmente una altezza molto maggiore di piedi 30 bolognesi sopra il fondo dell'Oglio a Tezole, e i tre sostegni della Delmona potendo portare almeno 7 od 8 piedi di caduta tra tutti, il residuo di piedi 22 non venga compensato dalla caduta considerabile, che ha il fondo della Delmona nel tratto di miglia 14; e così si possa ingrossar la Delmona con un ramo sussidiario dell'Adda senza incominciare a derivarla al disopra di Pizzighettone. Il dubbio mi si è

reso anche più serio da che ho visto tutti que' luoghi: ne addurrò un riscontro solo, tra i molti che mi si affacciano, precedentemente a qualunque livellazione. Il cavo di Robecoo passa con una tomba sotto il primo ramo della Delmona nel luogo di Pozzaglio; il ramo di Pozzaglio veramente è più alto del fondo della Delmona verso la Pieve, e vi è di mezzo un molino; ma, presa in considerazione la stessa tomba, si potrà supporre che il cavo di Robecco a Pozzaglio non sia molto più alto del fondo della Delmona alla Pieve. Ora quel cavo scende con una velocità considerabile per sei miglia sino al luogo di S. Bernardo dove entra nel cavo della Cerca; passando ancora per due molini, prima d'entrare in Po; nè pare che possa esservi tanta caduta nelle 10 miglia d'Adda, e sei di Po che si contano da Pizzighettone a Cremona. Consideriamo quest'importante articolo in tutta la sua estensione.

Se il fondo della Delmona alla Pieve, o in qualunque altro luogo, si volesse imboccare col nuovo cavo, fosse o nella stessa linea orizzontale, o un poco più basso dell'Adda, ciò basterebbe bensì, perchè in quella maniera vi corressero le acque, ma non basterebbe già per avervi un naviglio, mentre sa-

rebbe sempre necessaria una certa pendenza di fondo per avervi un corpo d'acqua bastante per la navigazione, compensate tutte le perdite dell'evaporazione dell'acqua, e dell'assorbimento tra i pori della terra, che sarebbe più da temersi in un fondo scavato alla profondità dell'Adda, dove più facilmente si può disperdere l'acqua tra le arene più grosse, e le piccole ghiaie che vi si trovano.

I nostri navigli di Milano negli ultimi tronchi pendono in ragione di circa un braccio per miglio: qualunque sia la pendenza che voglia assegnarsi al nuovo naviglio Cremonese il problema di derivarlo dall'Adda verso Pizzighettone si ridurrà a vedere, se la caduta di 15 miglia d'Oglio, e 14 1/2 della Delmona, come è interrotta da tre sostegni con la caduta corrispondente a miglia 17 1/2 del nuovo naviglio, in tutto per la lunghezza di miglia 47, sorpassi o no la caduta di 10 miglia d'Adda, e 60 di Po, fiumi che corrono, come si è detto, più per la pressione, e per il corpo d'acqua, che per la declività del fondo.

VII.

DELLA QUANTITÀ E SPESA DELLO SCAVO.

Pare adunque più verisimile che nel terzo progetto sopra indicato converrà incominciare la deviazione d'un ramo d'Adda al disopra di Pizzighettone, come, per tirare un ramo d'Oglio sul piano dove finisce il naviglio Pallavicini, e dove incomincia la Delmona, è convenuto farne la derivazione tant'alto: la livellazione deciderà su tutte le congetture, ma qualunque possa esserne il risultamento, non converrà mai prendere l'Adda molto al disotto di Pizzighettone, dove la costa si va maggiormente elevando sino del doppio, e sino al principio delle Regone, d'onde non è più sperabile, come si è detto, di continuare il cavo nel piano superiore della Delmona. Così, per dare il dettagliò dello stesso terzo progetto, supporremo, primo, che lo scavo incominci nei contorni di Pizzighettone nella profondità solamente di braccia 10; secondo, che la larghezza del fondo sia di braccia 18 come è nei nostri navigli per il libero cambio delle barche; terzo, che la larghezza superiore del cavo sia di 30 braccia, con lasciare una scarpa

di sei braccia per parte, perchè si sostenti la terra a tant'altezza; quarto, che la sezione si vada gradatamente stringendo nel tratto di miglia 17 1/2 sino al principio della Delmona, dove finisca con la profondità di braccia 5 nella larghezza uniforme di 18 braccia. Il solido di una tale escavazione sarà di braccia cube, o quadretti, 7,350,000; onde, aggiungendo quadretti 435,000 per allargare di 2 braccia la Delmona nell'altezza di braccia 5 e nel tratto di miglia 14 1/2, ed essendo manifestamente ristrette tutte le antecedenti misure, la quantità di tutto lo scavo risulterà per lo meno d'otto milioni di quadretti. I prezzi ultimamente fatti a Cremona per l'escavazione della terra degli argini era di soldi 3 1/2 di Cremona al quadretto cremonese, e siccome il braccio cremonese è al braccio di Milano come 3 a 4, i quadretti di Cremona, e di Milano sono tra loro come 27 a 64; fatte tutte le riduzioni, risulterebbe la spesa di più di 4 soldi milanesi per ogni quadretto pure milanese (e tale prossimamente sarebbe anche il prezzo che si farebbe a Milano); e per l'escavazione sino alla profondità di 10 braccia crescerebbe la fatica e la spesa, e dello scavo e del trasporto. Nei prezzi concordati l'anno

1749 per l'escavazione di una parte del cavo Benedettino, che tengo presso di me stampati, dalla profondità di due piedi di Bologna sino a 16, i prezzi crescevano più del triplo, e il prezzo medio era più del doppio del prezzo della superficiale. Nel caso nostro, prendendo il ragguagliato d'un mezzo paolo al quadretto, compreso, e lo scavo, e il trasporto della terra, tutta la spesa dell'escavazione sarebbe di 200,000 zecchini.

Tutta l'area da occuparsi nella lunghezza di miglia 17 $1/2$, e nella larghezza, a principio di braccia 30, e in fine di braccia 18, sarebbe di braccia quadre 1,260,000 di Milano, che sono circa 650 pertiche di Cremona. Questa sarebbe l'area superiore del nuovo cavo, che converrebbe di duplicare per ragione non solamente della strada da tirare l'alzaia, ma ancora per avere spazio bastante da riporre la terra dell'escavazione. Così tutto il terreno da occuparsi sarebbe di circa 1300 pertiche, che, a ragione di 10 zecchini la pertica, com'è il prezzo ristretto delle terre superiori, porterebbe altri zecchini 13,000.

VIII.

DELLA QUANTITA' D'ACQUA E DEL MODO DI DERIVARLA.

L' Adda, sotto il bel ponte di Pizzighettone dove ha una sezione più regolare, è larga braccia ottantasei, e il giorno tredici di novembre avea la profondità dove di due braccia, e dove di due e mezzo. Nella piena del giorno venticinque avea la profondità di sei e di sette braccia: nelle maggiori scarsezze, che ordinariamente succedono nei tempi dei maggiori caldi e freddi maggiori, per quanto mi è stato detto da tutti, non vi è mai meno di un braccia d'acqua: trascurando la velocità superficiale, che, come si è notato, è assai piccola, a una sezione d'un braccio d'altezza e di 186 braccia di largo nella tavola parabolica corrisponderebbe il numero 61781 76, corrispondendo alla nostra oncia d'acqua il numero 23 76, e così la portata dell'Adda non mai sarebbe minore di once 2600. Nella mia Relazione sopra il naviglio di Pavia ho fatto vedere, che quantunque gli antichi ingegneri, valutando la quantità d'acqua dalla semplice ampiezza della sezione, abbian cre-

duto, che il naviglio della Martesana fosse di 500 once d'acqua, e il naviglio Grande di 1000, ciò non ostante introducendo nel calcolo l'elemento della velocità, le portate dei due navigli risultano maggiori del doppio.

Adunque la quantità d'acqua nell'Adda sarebbe in ogni tempo sovrabbondante al bisogno d'un naviglio, con questo però, che nei tempi più asciutti col nuovo naviglio si porterebbe qualche discapito alla navigazione dell'Adda da Lodi al Po. Parrebbe ancora che per assicurare in ogni tempo al naviglio la necessaria quantità d'acqua fosse necessario d'incominciare la derivazione con una robusta chiusa, che attraversasse tutto il letto dell'Adda, come a Trezzo, e a Cassano interrompendo tutta la navigazione. Si è praticato questo ripiego nella derivazione di molti altri navigli. Veramente il nostro naviglio Grande si stacca dal Tesino con un complesso di grandiosi lavori, che assicurando al naviglio la necessaria quantità d'acqua, lasciano aperta alle barche la comunicazione col tronco inferiore del fiume: ma oltre alla grandiosa spesa che si è dovuto fare per que' lavori, sono essi particolarmente propri del loro sito, nè vedo come si possa fare qualche cosa di simile nel

tronco inferiore dell'Adda, dove correndo con pochissima pendenza rivolge spesso il filone, o da una parte, o dall'altra del proprio fondo.

Non vedo pure come in un luogo di tanta estensione, e tanto copioso di acque si possa fabbricare una chiusa che attraversi tutto il letto dell'Adda. Ho trovato prevenuto il mio dubbio intorno all'esiguibilità di quest'opera dal Barattieri, che nel Capitolo settimo del lib. 5, trattando di una traversa allora proposta da mettersi nell'Adda in vicinanza di Pizzighettone, dimanda in primo luogo dove si avrebbe da mandar l'acqua del fiume nel tempo che si facesse l'opera, ancorchè si prendesse la stagione dei tempi bassi. Poi dopo avere rilevato due altre difficoltà particolari, aggiugne nel luogo citato: e se diranno esser serrato e traverso il medesimo fiume a Cassano per levarne il fiume di Muzza, e il Ticino allo Sperone per levarne il gran naviglio di Milano, devono considerare il sito e l'operazione dell'uno e dell'altro, e quanto costano le spese di quelli.

IX.

DEGLI SCARICATORI DEL NAVIGLIO E DELLE PIENE DELLA DELMONA.

Al dubbio che ho già proposto intorno ai lavori da farsi per derivare dall'Adda la necessaria quantità d'acqua, ne devo ingenuamente aggiugnere un altro assai maggiore intorno al modo di regolarla, e scaricarne il di più nel tempo delle piene. Le inondazioni che ho avuto sott'occhio nel mese scorso al lungo della Delmona, e che in alcuni luoghi arrivavano sino a un mezzo miglio di largo, mi hanno fatto sentire il pericolo, a cui si esporrebbe tutto. il Cremonese inferiore, se, introducendo le acque dell'Adda nella Delmona non si prendessero tutte le cautele possibili per regolarla. Una sinistra combinazione di varie circostanze particolari fa che appunto nel maggiore bisogno le cautele medesime riescano più difficili. La pendenza grande di fondo che l'Adda, il Tesino ed altri fiumi hanno nelle parti superiori, presenta un sicuro ripiego per derivarvi a fianco un canale quasi orizzontale, e conservarvi, anche in tempo delle maggiori piene, costantemente la stessa

quantità d'acqua, poichè la pendenza grande del fiume principale, e la piccolissima pendenza del canale fa che sotto all' imboccatura si ritrovi il canale notabilmente elevato sopra il fondo del fiume, e vi possa scaricar dentro l'acqua sovrabbondante, il che si fa primieramente contenere a fior d'acqua per molte centinaia di braccia l'argine della prima divisione, onde l'acqua che lo sormonta possa ritornare nel fiume dal quale è tolta; in secondo luogo, con disporre a distanze proporzionate dei paraporti similmente aperti a fior d'acqua, dove il canale incomincia a incassarsi, che facciano interrottamente l' ufficio del primo argine; in terzo luogo, con delle cateratte da aprirsi opportunamente nel tempo che, per l'urto maggiore delle acque superiori, sotto una data altezza scorresse l'acqua con maggiore velocità.

Tutti e tre questi ripieghi, assai noti a chiunque è pratico degli altri nostri navigli, siccome suppongono una pendenza molto maggiore nel fiume principale, così devono necessariamente mancare quando e il fiume e il canale avessero pochissima pendenza, come nel caso di cui trattiamo : in questo caso deve mantenersi l'acqua allo stesso livello, e

in un luogo, e nell'altro, e la piena del fiume deve necessariamente portar con seco una piena consimile nel canale.

Gli altri ripieghi, che mi sono sovvenuti alla mente, o non sono praticabili, o non sono sufficienti al bisogno. Se si volessero adattare all'imboccatura delle cateratte, da muoversi dall'alto al basso, e da chiudersi in tempo di bisogno, come nel piccolo canale, che a Ripafratta si deriva dal Serchio, le impostature delle cateratte impedirebbero il passaggio delle barche. Se vi fossero all'imboccatura due porte da aprirsi, e chiudersi da diritta e sinistra, come si pratica in alcuni canali, che finiscono in mare, non vedo con quale meccanismo si potessero far giocare le porte in tempo che, ingrossandosi l'Adda, vi urtasse contro col maggior impeto, e con sei, sette, e più braccia di altezza; poi la salvezza di una provincia così fertile e bella, come il Cremonese, non si deve mai far dipendere dall'incerta diligenza dei custodi.

Quando non potesse impedirsi che l'Adda non entrasse nel cavo con le sue piene, riuscirebbero insufficienti gli altri ripieghi di moderare le piene nella continuazione del corso, e darvi uno sfogo altrove. I fossi di diver-

sione, che si proponesse d'aprire dalla Delmona nel Po e nell' Oglio, oltre all' impegno grandioso che porterebbero di altri nuovi lavori, nel tempo delle piene e del rigurgito dei due fiumi, metterebbero in un nuovo rischio i terreni inferiori, e a poco servirebbe ancora l'allargamento della Delmona, massime perchè nel luogo dei sostegni non si potrebbe dare al canale una larghezza maggiore di dieci o dodici braccia.

Oltre di ciò, la Delmona, che tutti gli anni è soggetta alle inondazioni, e che in quest'anno ha avuta una piena straordinaria, in tempo d'estate poi è così scarsa d'acque, che l'altezza vi si riduce ad alcune once, come in diversi luoghi sono stato assicurato dalle persone più pratiche. Per avervi dunque una perenne navigazione bisognerebbe tenervi costantemente un corpo d'acqua almeno di un braccio e mezzo d'altezza, qualunque fosse la larghezza, a cui si volesse ridurre il canale, e questo corpo d'acqua perenne farebbe le veci d'un rialzamento di fondo, e però renderebbe sempre più pericolose le piene della Delmona.

Ho trovato prevenuto un tal dubbio in una scrittura stampata nel 1559, dove si dice

== Come la Delmona è stata fatta per diversivo delle acque, volendosi ridurre navigabile, ricerca alterazione tale per conservar l'acqua in altezza di braccia due al detto uso, che si perde il beneficio del suo natural declivio, e si minora l'abilità per l'esito delle acque, onde non solo non si può sperare, ma anzi disperare d'aver congiunto il beneficio a detta sicurezza. == Io, su quest'importante articolo, e intorno ai ripieghi da prendersi, non posso che confessare l'insufficienza dei miei lumi, e rimettermi ai lumi degli altri.

X.

DELLE BOTTI SOTTERRANEE, DEI PONTI E DELLE CONCHE.

I principali fossi che si dovrebbero attraversare col nuovo naviglio sarebbero circa venti: il Roggione, il Rio d'Acquanegra, la Roggia Benzona, il Bissinengo, il Morbasco, il Naviglio di Cremona, il Fregalino, il Cavo di Robecco, le Roggie Gambara, Boccio, Melia bassa, Canziana, Baldocca, Delmoncello, Figlia Botta, Bissolina, le due Roggie Maggie, l'Offreda é la Ferrara. Per non turbare il

sistema delle irrigazioni e della coltivazione delle campagne bisognerebbe tenere separate le stesse Roggie, facendole passare da una parte all'altra del Naviglio con tante botti sotterranee o con tanti ponti, canali,ecc.; e dove il nuovo cavo resterebbe più incassato fra terra sarebbe tanto più difficile di fare e di mantenere delle tombe a salto di gatto alla profondità di 8 e di 10 braccia, e vi sarebbe sempre il pericolo che qualche volta le stesse tombe facessero ringorgare le acque per le campagne, alle quali dovrebbero servir di scolo.

Sulla Delmona vi sono inoltre tre briglie Offredi, di Piadena e di S. Andrea, che, come servono a derivare dei fossi d'irrigazione, nel caso di un naviglio dovrebbero compensarsi con altrettante conche che moderassero la caduta del fondo, sostenessero le acque, e le distribuissero con le opportune chiaviche. I ponti sulla Delmona presentemente sono dieci: della Pieve, del Bonavaglio, di Ronca, di Cà d'Andrea, di S. Pietro in Mendicato, di Voltida, di Piadena, del Vò, di Calvatone e di S. Andrea. Tre altri ne abbisognerebbero per la strada di Monticelli, della Bina e di Robecco; e dal Cavo di Robecco sino all'Adda ve ne vorrebbero ancora tre per lo meno. Così tutta

l'opera del Naviglio porterebbe 3 conche, 16 ponti, e 20 tombe per lo meno, oltre le palificate e le chiaviche, e la gran chiusa per derivare e rivolgere un ramo d'Adda nella Delmona.

Prendendo un'idea di questa chiusa dall'altra che a' tempi nostri si è fatta sull'Adda innanzi alle bocche del Ritorto, e riunendo le spese delle opere accennate, della compra del terreno, e di tutta l'escavazione, nell'incertezza dei limiti a cui possa arrivare la spesa totale, crederei di non arrischiare nulla asserendo ch'essa passerà certamente i 300 mila zecchini: a ciò bisogna aggiungere; primo, la difficoltà di fare nell'ultimo tronco dell'Adda una chiusa, o qualunque altro lavoro che possa ugualmente servire per la deviazione d'un ramo perenne d'acqua; secondo, il pericolo di rendere più difficile in estate, o forse anche d'interrompere per ogni stagione la navigazione da Lodi a Bocca d'Adda; terzo, la probabilità somma che, per avere una caduta bastante dall'Adda nella Delmona, convenga portarsi coll'incile del Naviglio al disopra di Pizzighettone, e così moltiplicare gl'impegni e le spese di tutta l'opera; quarto, l'impraticabilità de'soliti scaricatori degli altri navi-

gli, e il grave dubbio di esporre il Cremonese inferiore a maggiori inondazioni.

Trovandosi tutte queste difficoltà nell'ultimo dei tre progetti accennati, gli altri due primi progetti non sarebbero che di un naviglio temporario, mentre in tempo di estate tutte le acque del Naviglio di Cremona e degli altri fossi circonvicini sono interamente devolute alle irrigazioni delle campagne senza neppur bastare alle dimande, e al bisogno de' possessori. Inoltre in que'due progetti non sono bastantemente considerati i differenti piani e le pendenze del Cremonese come si è detto nel § V. Specialmente nel secondo progetto sarebbe strano che dalle Regone di Cremona si potesse salire sulla strada di mezzo che non è Regona; e nel primo progetto sarebbe strano istessamente, che il Naviglio di Cremona e il Cavo di Robecco, dopo di essere lungamente discesi verso Cremona, potessero poi rivolgere le acque, unite in poca distanza, e con una direzione quasi paralella, al contrario da mezzogiorno a tramontana; ed io per me sono persuaso che se la livellazione indicata nel primo progetto non è interamente supposta, vi si avrà un altro caso, cioè che gli antichi periti, per mancanza d'istromenti e di metodi nelle materie più delicate, hanno commessi gli sbagli i più grossolani.

XI.

IDEA D'UN NUOVO PROGETTO.

Nei vari progetti fin ora proposti di un Naviglio, essendosi pensato alle diramazioni dei navigli presenti, al Cavo di Robecco, al Morbasco e sino al Rio d'Acquanegra, fossi tutti assai piccoli, in qualche parte dell'anno devoluti interamente alle irrigazioni, è da stupirsi che sin ora non siasi pensato al Serio, che tra tutti i fossi del Cremonese mi è parso il solo da poterne tirare qualche partito. Il Serio, chiamato Morto, ha la sua origine da varie abbondanti sorgive poco sopra Castelleone: s' ingrossa non tanto da alcuni fossi, quanto da altre acque sorgenti, e dopo un corso di nove miglia arriva innanzi a Pizzighettone: ivi si divide in due rami, uno de' quali scende alla diritta dell'Adda, e con le opportune chiaviche si fa ringorgare, abbisognando, in tutti i fossi della fortezza; il secondo ramo gira sulla sinistra, e, scendendo parimente nell'Adda, serve per un grosso molino a due ruote.

La salubrità dell'aria di Pizzighettone, la salute di tanti soldati che restano vittime delle cattive esalazioni, la sicurezza di tante cam-

pagne, spesse volte inondate dal Serio, ricercherebbero che si scolassero, e asciugassero tutti i marazzi intorno alle mura, che si tagliassero e si levassero tutte le canne e le altre erbe palustri, e deviando altrove il Serio si conservassero solamente le chiaviche per potere in tempo di guerra inondare di nuovo tutte le fosse come prima. Gli abitanti di Pizzighettone hanno già fatti molti ricorsi per poter trasportare il molino nelle parti superiori del Serio, e deviare il fiume nell'Adda, dove i Francesi avevano incominciato lo scavo nel 1733. Le inondazioni del mese passato hanno fatto preparare degli altri ricorsi per i fini medesimi, e per potere inoltre tirare qualche partito dal Serio per le irrigazioni delle campagne: io proporrò adesso di tirare partito per un naviglio.

Negli altri nostri navigli si ha il libero cambio delle barche nella larghezza di braccia 18, e vi si ha una comoda navigazione con un braccio e mezzo d'altezza d'acqua, e ancora con once 16: la larghezza libera e continuata del Serio, di mezzo alle piante, sopra il ponte di Pizzighettone è di braccia 20. Dopo il lungo sereno di ottobre vi ho ritrovato un corso di acqua di circa 4 braccia d'altezza, e dopo le

piene di novembre vi ho ritrovato l'altezza di braccia sei. Tutti quelli che ho interrogati, e che hanno avuto occasione di andare coi battelli sul Serio, o per la pesca, o per passare da un luogo all'altro, mi hanno assicurato che in tempo di estate vi sono in circa tre braccia d'acqua. Non ho potuto ancora verificare da me questo punto, e mi devo in ciò riportare all'asserzione degli altri. Sulla verità di una tale asserzione si può asserire che il Serio di Pizzighettone avrà sempre un corpo d'acqua bastante per un naviglio.

Inoltre il letto del Serio è di poco incassato nel piano della Costa superiore, e in tempo delle piene sorpassa le sue rive, e si spande per le campagne circonvicine. Però volendo adattare il Serio alla navigazione, e continuarlo sino a incontrare il canale della Delmona, si avrebbe il vantaggio; primo, di guadagnare otto o dieci braccia di caduta sopra il fondo dell'Adda a Pizzighettone; secondo, di avere un naviglio a fior di terra, e per conseguenza; terzo, di ridurre a un impegno di gran lunga minore la formazione di tutto il cavo; quarto, di rendere poco profonde, meno dispendiose, e più facili tutte

le tombe; quinto, di non avere a temere che le arene sottili nelle sommità della costa, mescolate copiosamente con la terra, cagionino una grande dispersione e diminuzione nel corpo d'acqua.

XII.

DETTAGLIO E SPESA DEL PROGETTO.

Essendo sempre libera, aperta e indipendente da qualunque passo estero la navigazione da Lodi a Pizzighettone e Cremona, si potrebbe forse proporre di condurre il Serio a incontrare il presente naviglio Cremonese, ed ivi dividerlo in due parti, ingrossando con una la Delmona, e coll'altra il naviglio medesimo, onde le barche, rimontando dall'Oglio nella Delmona, potessero poi passare, e con le opportune conche discendere nel naviglio, nel cavo della Cerca e nel Po: sarebbe questo il partito più vantaggioso per la comunicazione interna, e per il trasporto dei generi a Cremona, ma vi si troverebbero tre sostanziali difficoltà: primo, che quantunque il corpo d'acqua del Serio sia sufficiente per la navigazione, non potrà bastare però a nodrire nel

medesimo tempo due navigli divisi, rendendo navigabile le Delmona da una parte, e il naviglio di Cremona dall'altra ; secondo, che continuando il Serio insino al punto della divisione delle sue acque con tutte le spese necessarie per un naviglio converrebbe fare inoltre le spese di adattare alla navigazione il naviglio di Cremona, trasportando i molini, e allargando il cavo, e fabbricando ponti, tombe, sostegni, ecc. ; terzo, che lo sbocco di un canale in un fiume così serpeggiante e vario come il Po, non riuscirebbe sempre aperto e libero per le barche, come potrebbe essere nell'Adda, dove corre incassata tra le sue rive vicino a Pizzighettone.

Sarebbe adunque un partito men dispendioso e più sicuro quello di accontentarsi di un semplice naviglio, che dalle vicinanze di Pizzighettone andasse direttamente a incontrare la Delmona, per quanto lo permettessero le disuguaglianze del terreno, piegando sotto a Grumello verso Fengo, e attraversando il naviglio di Cremona tra Ossolengo e il Boschetto; e in questo progetto abbisognerebbero, come nell'altro, di cui si è parlato antecedentemente, tre conche, sedici ponti, e venti tombe all'incirca, con la sola diversità,

che per la minore profondità del cavo tutte queste riuscirebbero meno dispendiose e più semplici. Potrebbe anche darsi il caso che per sostenere maggiormente il corpo d'acqua, convenisse aggiungere qualche altra conca avanti di arrivare alla Delmona. Intorno a ciò non si può dire di più, dipendendo le particolarità del profilo dai risultamenti della livellazione.

Se vi fosse un maggior corpo d'acqua si potrebbe a Pizzighettone staccare un altro ramo dal Serio, che con qualche sostegno dasse alle barche il comodo di salire e scendere nell'Adda senza alcun trasporto per terra. Basterebbero a questo fine due sostegni non molto alti, e accollati insieme nella maniera che si è proposta per la difesa del naviglio di Pavia nel Tesino, e vi vorrebbe di più una mezza conca nel luogo dello sbocco per assicurare la navigazione in tempo delle maggiori scarsezze d'acqua: lo sbocco poi si dovrebbe portare immediatamente sotto alle mura della fortezza, dove l'Adda corre meglio incassata, e dove non vi è da temere qualche ravvolgimento del filone che renda inutile lo sbocco.

Ma forse la comunicazione libera del nuovo

naviglio si potrebbe ancor combinare con tutta l'economia del corpo d'acqua: per esempio, i sostegni accollati si potrebbero disegnare e costruire in maniera, che le porte superiori si sollevassero sopra il livello delle acque del naviglio, nè le lasciassero traboccare e scorrere, come nelle altre conche ordinarie; e il vaso interno dei sostegni vi potrebbe empire e votare coi semplici portelli, messi o nelle stesse porte, o di fianco, impiegando così la semplice quantità d'acqua che è necessaria per il passaggio delle barche, senza che in quest'altro ramo debba avere il Serio un corso d'acqua continuo. Tolto il corso continuo, nel riempire alternativamente i sostegni in tutti i casi di far salire le barche, non si può fare un tale consumo d'acqua da pregiudicare sensibilmente il restante della navigazione.

Valutando due mila scudi, l'uno per l'altro, i ponti e le tombe, sette mila i sostegni semplici, quattordici il sostegno accollato, e quattro la mezza conca, prezzi che non devono essere troppo scarsi, trattandosi di sostegni d'altezza non molto grande, tutta la spesa delle fabbriche del naviglio sarebbe di scudi 118,000. Tutto il terreno da occuparsi

per diciotto braccia di larghezza, nella lunghezza di miglia diciassette e mezzo, sarebbe di braccia quadre 945,000, che, raddoppiato per la strada alzai e il luogo di riporre la terra, darebbe in circa 973 pertiche di Cremona, e importerebbe più di scudi 24,000, che, aggiunti alla partita delle fabbriche, darebbero scudi 142,000.

La scavazione, se dovesse essere ragguagliatamente di piedi quattro nella larghezza di braccia diciotto, in miglia diciassette e mezzo da Pizzighettone al principio della Delmona, sarebbe di quadretti 3,780,000, che, aggiunti a quadretti 435,000 dell'allargamento della Delmona, farebbero in tutto quadretti 4,215,000: ma se potesse bastare la profondità ragguagliata di braccia tre, tutta l'escavazione riuscirebbe di quadretti 3,270,000, che, in ragione di soldi quattro di Milano al quadretto, porterebbero più di scudi 100,000. Così, facendo il conto all'ingrosso, tutta la spesa potrebbe battere tra i 300,000 zecchini, e gli scudi 300,000.

XIII.

VANTAGGI, E DUBBJ DEL MEDESIMO.

L'idea di tutto questo progetto presenterebbe agli occhi molti vantaggi considerabili. Primo, che non farebbe bisogno d'alcun lavoro per la derivazione del corpo d'acqua, fuori che la semplice continuazione del presente alveo del Serio. Secondo, che il sostegno accollato e gli altri lavori della discesa nell'Adda servirebbero di un ampio scaricatore di tutte le piene del Serio, e, aperte le porte, basterebbero per asciugare tutto il primo tronco del naviglio. Terzo, che il naviglio sarebbe tutto a fior di terra, e avrebbe sicuramente una caduta bastante nella Delmona. Quarto, che in caso di bisogno il cavo di Robecco, ed il naviglio di Cremona potrebbero servire a scaricare qualche porzione delle acque sovrabbondanti. Quinto, che tutte le opere dell'escavazione, delle tombe e dei ponti riuscirebbero meno dispendiose e più semplici.

Ma, in primo luogo, la spesa di tutte le opere sarebbe sempre considerabile: l'utile più deciso sarebbe per Lodi e Pizzighettone,

dove le merci ancora oltremarine arriverebbero in qualunque tempo continuamente per acqua, e col solo passo estero di Lago Scuro. La città di Cremona ha sempre libera e aperta la navigazione con Pizzighettone e con Lodi: però in caso di portarvi il nuovo naviglio a quattro o cinque miglia di distanza l'utile si ridurrebbe ad avere un trasporto di cinque miglia di terra in vece delle dieci o dodici, che bisogna oggi fare per venire dall'Oglio, o in vece di quattro passi esteri, che si incontrano navigando sul Po. Rispetto a Milano, l'imbarazzo del trasporto di terra, che converrebbe fare da Lodi, assorbirebbe una parte degli utili, nè vi sarebbe una fondata speranza di aprire una navigazione continuata sempre dal mare sino a Milano, che per la via del Tesino e di Pavia, come ho già esposto nell'altra mia relazione.

Lasciando all'altrui esame e decisione questi, ed altri simili dubbi non idrometrici, esporrò ora quelli che mi fanno proporre tutto il progetto, come una semplice idea, o come il solo partito che mi è sovvenuto per continuare la navigazione dall'Oglio all'Adda interiormente allo stato; e i dubbi sono: Primo, che non essendo ancora stato in altra sta-

gione per quelle parti, non posso asserire che sulla semplice asserzione, quantunque uniforme, degli altri, cioè che il Serio, anche in tempo d'estate, abbia il corpo d'acqua bastante per un naviglio. Secondo, che non conoscendo ancora bastantemente tutto il terreno tra Pizzighettone e il principio della Delmona, non posso assicurarmi che nella condotta del nuovo cavo non vi si abbiano ad incontrare delle altre difficoltà. Terzo, che avendo avuta sott'occhio una delle piene maggiori della Delmona, con tutte le cautele e i ripieghi proposti per iscaricare nell'Adda, abbisognando anche tutto il naviglio, temerei sempre di rendere dipendente dalla diligenza de' custodi la sicurezza d'una provincia, e però abbandono interamente queste mie idee non solo alle superiori risoluzioni del Governo, ma ancora a tutte le eccezioni di quelli che meglio di me conoscono i luoghi e le circostanze, e massime al giudizio delle persone che così degnamente presiedono alla città ed al pubblico di Cremona.

XIV.

PIANO DELLA LIVELLAZIONE.

Se, intesi e considerati tutti i dubbi proposti, non si credesse di rigettare l'idea del naviglio e del Serio; e se ne volesse appurare e circostanziare in tutte le sue parti il progetto, allora si potrebbe dar mano alla livellazione; e quantunque l'opera astronomica, che mi si stampa ora in Vienna, non mi permetta di assumere sopra di me questa fatica nella maniera che ho fatto per la livellazione del naviglio di Pavia, posso però finalmente corrispondere agli ordini che ho ricevuto di distenderne il piano. E in primo luogo suppongo, che in questo caso non solamente, ma in tutti gli altri di qualche importanza, massime occorrendo di continuare la livellazione per molte miglia, non si avrà più a ricorrere ai metodi antichi di traguardare coll'occhio nudo attraverso alle superficie dei liquori colorati. Noi non dobbiamo ora cedere alla precisione delle altre nazioni, e questa sorta di operazioni si devono fare con un buon livello a cannocchiale, o Picardiano, o Ugeniano.

Il principio della livellazione può pren-

dersi al ponte del Serio innanzi a Pizzighettone, fissando per termini stabili il sott'arco del ponte, e il ciglio superiore e inferiore del presente scaricatore della prima diramazione dello stesso Serio nell'Adda: indi la prima battuta del livello deve portarsi nell'Adda, notando la profondità del fondo, e del pelo infimo, medio e altissimo del fiume sotto i punti stabili indicati, e sotto il fondo del Serio; e quest'operazione servirà primieramente per fissare e disegnare il sostegno accollato, la mezza conca, e tutti gli altri lavori per la discesa del nuovo naviglio nell'Adda, facendosi servire, quanto sarà possibile, il lavoro del già detto presente scaricatore; e in secondo luogo si potrà così verificare il dubbio proposto intorno alla caduta dell'Adda nella Delmona; e la stessa livellazione servirà ancora per il terzo progetto che abbiamo sopra descritto ed esaminato.

Converrà indi rivolgere la livellazione a sinistra, cercando bensì di eseguire la direzione della Delmona, ma piegando sui terreni più piani; e declinando dalle disugaglianze di fondo, e dalle altre difficoltà, che occorresse mai d'incontrare sotto a Gromello e in altri luoghi, bisognerà notare le profon-

dità e le larghezze di tutti i fossi d'irrigazione che s'incontreranno nella direzione medesima per potervi proporzionare le botti, e massime del naviglio di Cremona, per cui forse potrà abbisognare qualche maggior lavoro. E in quest'occasione si potrà verificare e correggere lungo la traccia del nuovo naviglio la bella Mappa, che si ritrova nell'ufficio degli argini di Cremona. Io credo poi che sarà necessario di continuare con tutta l'attenzione, e con le diligenze medesime, la livellazione al lungo della Delmona sino allo sbocco nell'Oglio, e ciò per regolare susseguentemente i sostegni, e modellare le bocche d'irrigazione.

ELOGIO

DI

BONAVENTURA CAVALIERI

MILANESE.

AL SIG. CONTE

*PIETRO VERRI**

Nel dedicarvi l'Elogio del Cavalieri io non ho nulla che sia comune colle altre dediche. Non è questo un tributo ch'io renda nè ai vostri titoli, nè alle vostre cariche, nè alla maniera con cui le occupate. Questo è un tributo libero dell'amicizia. Nella mia Cosmografia ho voluto lasciare una memoria delle corrispondenze letterarie, che più dolcemente e lungamente ho continuato di lontano cogli esteri. Voglio adesso che resti una memoria dell'amicizia, con cui abbiamo conservato insieme sino dalla prima gioventù, e ch'è stata sempre rinvigorita da tutte le combinazioni di un'età più matura. La storia degli uomini di lettere ha molti altri

* *Dedica dell'Autore, premessa alla prima edizione.*

esempi consimili. Le vostre meditazioni sull'Economia Politica, sulla Felicità, e sull'Indole del Piacere vi hanno messo nel loro numero. Abbiano essi un esempio di più di quei dólci sentimenti del cuore, che ricevono forza e vigore dai lumi, e dall'attività dello spirito. Io mi compiaccio della parte che hò in quest'esempio; son sicuro di continuarla per tutti gli anni a venire, e resto con tutto il cuore, e lo spirito

Milano, 20 marzo del 1778.

Vostro amico vero,
Frisi.

ELOGIO

DI

BONAVENTURA CAVALIERI

MILANESE.

Un geometra, che confina con Archimede e con Newton, che dalle invenzioni geometriche del primo è volato sino a toccare le invenzioni analitiche del secondo, che si è meritato l'ammirazione di tutt'i matematici del suo tempo, e che in Milano, sua patria, non ha ottenuto più d'una lettura monastica di teologia, merita ancora che un altro matematico milanese, in un'altra età più felice, sotto un governo illuminato e benefico, consacri alla sua memoria un Elogio. I principj generali di onore e di virtù, che formano la prima base del governo politico e civile, la particolare influenza, che gli studi, anche più astratti, hanno nei bisogni e nei comodi della società, gli esempi delle antiche nazioni, l'emulazione delle contemporanee, gl'intimi sentimenti di tutte si sono combinati insieme moltissime volte nel procurare delle pubbliche distinzioni

a quegli ottimi cittadini, che già si distinguevano coll'estensione e coll'elevatezza del loro genio. Le città floride e colte ne hanno formato sempre un articolo di civile polizia. Da per tutto vi sono state delle ampissime ricompense per le loro persone. Medaglie, statue, iscrizioni, tant'altri onori pacifici sono stati sempre decretati alla loro memoria. Ma dove per qualche particolare circostanza dei tempi sono mancate queste pubbliche testimonianze del merito, tocca, e appartiene agli altri uomini di lettere l'intero debito di supplirvi. Devono essi formare una causa comune co' loro predecessori e co' loro posteri, e rendendo gli onori meritati a ciascuno dei primi, devono eccitare coll'esempio i secondi, e maggiormente infervorarli nello studio delle verità utili e sublimi.

E certamente tutti questi tributi di onore non si estendono solamente a quei genj, che, sciolti adesso dalle spoglie terrene, e avvolti nella luce della superna verità, non possono essere più sensibili alle nostre lodi; ma si riflettono ancora sopra quegli altri che tuttavia s'affaticano per ampliare i confini delle umane cognizioni, e che, in mezzo a tutti gli ostacoli della virtuosa loro carriera, meritano di essere

per ogni parte animati e incoraggiati. Il naturale presentimento dell'avvenire, e l'interesse, con cui la nostra immaginazione si slancia spesse volte tra i posteri, per chiunque abbia acquistato qualche diritto alla pubblica stima, fa essere ben consolante la verità: Ché i vicini, e i coetanei possono essere qualche volta inconsiderati, o anche ingiusti, ma che la posterità non lo è mai. La vicinanza e la famigliarità degli oggetti fa nascere alcuni rapporti, che non li lasciano giustamente apprezzare: vi si frammischiano nel giudizio delle piccole passioni: il merito intrinseco si risolve nelle particolari relazioni, che può avere con chi ne giudica. Il tempo fa disparire tutte queste illusioni: il quadro si presenta alla posterità nel suo intiero: l'uomo di lettere si valuta e si giudica in sè medesimo.

Nel Cavalieri si combinarono ancora le circostanze e le particolarità dei tempi a farlo riguardare nella sua patria quasi con occhio d'indifferenza. Sul principio del secolo passato incominciava appena a diradarsi l'oscurità, che sopra tutta l'Italia erasi già sparsa e addensata nel corso dei secoli antecedenti. Veramente nelle pubbliche scuole di Pisa e di Padova era spuntata allora una nuova luce

che andava sempre più rinforzandosi ed elevandosi rapidamente sull'orizzonte. Ma dalla parte di Mezzogiorno non si vedevano balenare in Italia che lampi interrotti da cupi tuoni, nè si temeva che lo scoppio di qualche fulmine sopra del bel paese, dove già si godeva l'aurora di un chiaro giorno. In tutta la Lombardia Settentrionale non era ancora scosso il sopore di una notte lunga e caliginosa. Appena vi spuntava allora il crepuscolo. Vi si era in qualche parte introdotto il buon gusto delle arti e delle lettere: le scienze non vi avevano ancora una sede. Non poteva comparirvi un oggetto abbastanza interessante la Geometria degl'Indivisibili, e il sublime geometra, che correva un'ampia carriera, non indicata che in lontananza dal Keplero e dal Galileo.

I tempi dell'antica anarchia, le guerre intestine ed estere del principato, la fiera e bellicosa indole dei nostri principi, aveano lasciato appena qualche adito tranquillo e libero agli studi della pace. Il Petrarca, chiamato a Milano da Galeazzo Secondo, e il Crisolora, chiamato da Gian Galeazzo, di lui figliuolo, vi avevano portato tutto il corredo dell'erudizione e del buon gusto delle lettere greche e latine. Ciò non ostante, quei semi

esotici, non trovando il terreno bastantemente preparato a riceverli, non allignarono molto sotto del nuovo cielo. Non vi si videro spuntare per molto tempo che informi compilazioni, popolari leggende, storie non ragionate, prose snervate e languide, poesie che di poetico non avevano altro che il metro e la desinenza delle parole. Solamente tre secoli dopo il Petrarca sorse in Pavia Alessandro Guidi, il sublime poeta, che ne seppe emulare lo spirito e l'energia, che ci lasciò dei Sonetti degni di Madonna Laura, e contrappose ai Trionfi d'Amore l'Ode sulla Fortuna.

Gian Galeazzo Visconti essendosi impadronito colle armi di una gran parte dell'Italia, e volgendo in mente il progetto di un regno ancora più esteso, pensò che il titolo e la dignità ducale, di cui era per la prima volta investito, dovesse essere indifferentemente corteggiata dal lusso delle tavole e degli studi, dall'apparato delle pubbliche feste, e dalla grandiosità delle fabbriche. Ma appena si saprebbe adesso chi fossero i tanti professori, da lui chiamati, e largamente stipendiati in Pavia, se il Corio, nel disordine della sua Storia, non ne avesse casualmente nominati sino a trentatrè. E gli architetti, fatti allora

venire dalla Germania, avendo preferita la nativa loro maniera di fabbricare agli ottimi modelli, che sino da quei tempi vedevansi nella Toscana, ci lasciarono nella gran fabbrica del nostro Duomo un monumento della rozza opulenza più tosto che del buon gusto. Anzi il nuovo modello imponendo con la sua stessa grandiosità, e confondendo le idee della simmetria, dell'euritmia e del bello, servì più tosto a ritardare tra di noi i progressi della maestosa e nobile architettura. Leonardo da Vinci incominciò un secolo dopo a farci rinvenire da quella capricciosa maniera di fabbricare; e poi vi volle ancora quasi un altro secolo perchè sorgessero tra di noi, e si compissero degli edifizi degni di Vicenza e di Roma.

I due figli di Gian Galeazzo, che successivamente regnarono, Giovanni e Filippo, avendo sorpassato il padre nei vizi, non ne avevano poi le altre grandi e lodevoli qualità, nè erano principi da occuparsi molto delle belle arti e delle lettere. E quantunque vi sia memoria che Giovanni Maria ne' suoi palazzi, dove teneva i cani da sbranar gli uomini, avesse lasciato un luogo per una scuola pubblica di eloquenza, e che Filippo Maria,

dopo aver fatto straziar la moglie, si dilettasse a leggere Dante e Petrarca; non è mai tra i ceppi e nel sangue che crescono le molli edere e gli allori pacifici delle Muse. La Lombardia fu vendicata in pochi anni dalla tirannia di Giovanni. Il lungo principato di Filippo neppure nei fasti militari non offerì nulla di grande e di glorioso, che per la parte principale non si dovesse a Francesco Sforza, da lui trascelto per genero, e che poi il buon Genio dell'Insubria portò ad essergli successore. L'epoca del regno di Francesco è segnata in quel canale, che fece tirare in pochi anni tra i dirupi di Trezzo dall'Adda sino a Milano; e il sentimento, ch'esso avea del vero merito, il disprezzo dell'astrologia giudiziaria, e delle altre vanità del suo secolo, il favore accordato agli uomini solidamente dotti e sapienti, ci prepararono sotto il figlio minore Lodovico la più bell'epoca dell'antica letteratura milanese.

Lodovico il Moro, quantunque d'animo torbido e feroce, macchiato del sangue del nipote, e reo di tant'altre calamità dell'Italia, avea però un fino e delicato senso per le lettere, e innanzi all'invasione delle truppe estere lasciò dei lunghi intervalli all'ozio let-

terario, alla musica, alla pittura, alle altre belle arti. Leonardo da Vinci, da lui chiamato e stipendiato ben largamente, portò con seco dalla Toscana in Lombardia tutti gli aiuti che potevano abbisognare per farvi una generale rivoluzione: l'uomo della più estesa erudizione del suo tempo, dotato di tutt'i talenti d'instruire e di piacere, intelligentissimo della musica, pittore, scultore e architetto del prim'ordine; il primo che ha dato maggiore sfondo e rilievo alla pittura, e che ha incominciato a mettere l'anatomia in disegno; esperimentatore nella fisica e nella chimica, osservatore nell'astronomia, autore ed inventore nella meccanica, nella perspettiva e nell'ottica, che avrebbe fatto precedere al Galileo ed al Newton assai più che le idee sopra il candor lunare, e sopra l'analisi della bianchezza, se non si fosse divagato in tanti oggetti differenti, e se nella scelta di essi fosse stato più sobrio, sagace e conseguente.

Un tal uomo in nessun paese e in nessun tempo poteva riuscire indifferente. L'esempio, l'emulazione, l'invidia doveano fermentare insieme: si dovevano scuotere, sviluppare i più fervidi ingegni; era necessario che le arti prendessero una nuova forma. Incominciò allora

il disegno, e la teoria della luce e delle ombre ad avere tra di noi una scuola. Gli eccellenti modelli da Leonardo da Vinci, lasciati per ogni parte, e i precetti riuniti nel suo profondo Trattato sulla Pittura, hanno portato nei quadri del Luino e degli altri pittori posteriori una morbidezza, un' azione, un ombreggiamento ben superiore a quello a cui prima era arrivato il Bramantino. Nell'architettura civile si abbandonò allora il capriccio di quegli ornati che i Mori conquistatori aveano introdotto in Ispagna, e di quegli archi acuti e bizzarri che gli architetti tedeschi cent'anni prima avevano portato in Italia. L'architettura idraulica fu arricchita nello stesso tempo colle opere, che formano la comunicazione del canale di Francesco Sforza, e di quell'altro canale, che, sino dai tempi dei Torriani e dei Visconti, erasi diramato dal tronco superiore del Tesino.

Ma in quell'epoca fortunata le scienze non guadagnarono in proporzione quanto le belle arti. Nel Cinquecento crebbe moltissimo il numero de' nostri scrittori. L'elenco di essi, che riesce tanto voluminoso volendovi inserire il nome di tutti quelli che assolutamente hanno scritto, si ridurrebbe poi ad alcune pagine se-

si volesse restringere a quei soli che hanno passato nel cinquecento la mediocrità letteraria.* Andrea Alciati, Paolo Giovio, Antonio Majoraggio e Girolamo Cardano sono gl'Insubri, che, per la loro celebrità, meritarono uno speciale articolo nel Dizionario del Bayle. In Cardano si è veduto il fenomeno singolare di un uomo, che, in tutt' i vaghi e irregolari suoi stndi essendo restato sempre al disotto della mediocrità, e molte volte ancora della capacità ordinaria e del senso comune degli altri uomini, arrivò ciò non ostante a distinguersi nelle dispute insorte allora in Italia tra Niccolò Tartaglia, bresciano, e Scipione Ferreo, bolognese, intorno al metodo di ritrovare le radici delle equazioni del terzo grado. Mentre, quantunque la regola, che volgarmente chiamasi di Cardano, non gli appartenga per l'invenzione, gli appartiene però per l'estensione, con cui seppe svilupparla assai più generalmente di quello che avea fatto il Tartaglia, e particolarmente per essersi egli accorto della singolarità di quel caso, che chiamasi irriducibile, e in cui la regola non può aver luogo; caso che impose anche al Newton, e che ha inutilmente esercitato l'ingegno di molti matematici sino a

tanto che, studiando essi di supplire in qualche modo alla regola, si sono poi avveduti che non è assolutamente possibile di supplirvi.

L'algebra, quella scienza sublime, che misura con la sua cima i più alti voli dello spirito umano, deve molte altre sottigliezze al Cardano: le prime e fondamentali considerazioni intorno alla moltiplicità, alla distinzione e ai rapporti delle radici positive, negative, immaginarie. Le sottigliezze medesime, alcuni capitoli dell'Arte Magna, e dell'Aliza farebbero riguardare il Cardano come un uomo ben superiore al livello comune e ordinario. Ma gli altri nove volumi in foglio, che ha pubblicato sulla medicina, sulla filosofia, sulla storia naturale, sono intrecciati da tanti errori di statica e di meccanica, da tanta credulità nelle altrui relazioni, da tanti sogni e delirj, oroscopj, sortilegi, magie, incantesimi, che non vi è più maniera di riscontrarvi il Cardano algebrista. Morì il Cardano nel 1576, e sul fine di quel secolo parve che languisse anche più la letteratura milanese.

Si sparse allora in Italia una società d'uomini legati insieme con certi segreti vincoli, che, aspirando ad una specie d'impero sulle opinioni e sugli affari degli uomini, osarono

di assumere la direzione delle pubbliche scuole: ma non avendo nè lumi sufficienti, nè viste abbastanza grandi per la pubblica educazione, anzi facendo servire gl'istessi studi ad altre viste particolari, con moltiplicarli e organizzarli a modo loro, contribuirono sistematicamente a fissarne la semplice mediocrità. Padova e Pisa rimasero i soli asili liberi e aperti alle scienze sublimi. In quasi tutte le altre città d'Italia i giovani, logorati dal meccanismo grammaticale, passando agli studi filosofici, non vi trovavano che il solo gergo della filosofia, e per ottenere l'ammirazione nel pubblico non abbisognavano che di qualche parola araba, della citazione di un passo greco, o di qualche testo legale. I genj di un ordine superiore aveano degli ostacoli di un altro genere: un tribunale, che, senza denunziare il delitto, senza forma di processo, senza libertà di difese, senz'appello, e senza mai dichiarar un innocente, procedeva sino agli estremi supplizi: ed alcuni di quel tribunale nel secolo sedicesimo arrivano a pretendere che si credesse l'immobilità della terra, la solidità e l'incorruttibilità de' cieli, la stregoneria e la magia. Sul fine di quel secolo la distanza de' sovrani, le vicende del go-

verno civile, le lunghe conseguenze della peste, molte altre cause particolari si combinarono insieme nel nostro paese, ed influirono nel languore, in cui allora si ritrovarono le scienze.

Ma appunto in simili casi pare qualche volta che scherzi la natura. Appunto in mezzo al languore più universale degli spiriti secondari, rompendo essa ogni freno di continuata degradazione, fa sorgere molte volte qualche genio sovrano, che dia forma, ordine e moto alle scienze ed alle umane cognizioni. — Bonaventura Cavalieri nacque in Milano nel 1598. Sino da' primi anni essendosi in lui spiegato un temperamento tranquillo e placido, e portato naturalmente agli studi, scelse quel sistema di vita che, in simili casi, e per gli uomini di mediocre fortuna, poteva qualche volta parere il più confacente avanti che in Italia vi fossero dei pubblici stabilimenti per quelli che con la superiorità dei propri talenti sorpassavano la mediocrità istessa della fortuna. Nel 1613 entrò egli in una di quelle particolari adunanze d'uomini, di cui appena è rimasta memoria, e che chiamavasi de' Gesuati. Con la soppressione di quell'ordine si sono perdute ancora le memorie della nascita,

dei primi studi, e di tutta la vita domestica e claustrale del Cavalieri. I compilatori delle storie e degli aneddoti di quel tempo hanno scritto più poche cose della di lui persona. Il ritratto, che c'è rimasto, annunzia un profondo pensatore, ed un uomo semplice e buono. Ma in oltre ci sono rimaste, nè mai si verranno a perdere, le opere, con cui ha egli illustrata, ampliata e preparata a maggiori scoperte la geometria. Così è il Cavalieri Geometra, e non il Cavalieri Gesuato, di cui si può adesso fare un Elogio.

Nell'età di anni ventuno fu fatto in Milano lettore di teologia, e subito incominciò a distinguersi con una singolare prontezza, vivacità ed eloquenza nelle dispute sostenute pubblicamente in due anni consecutivi. Ma quell'uomo medesimo che si ammirava allora come profondamente versato nelle speculazioni teologiche, a lui proposte dalla società, in cui viveva, s'era nello stesso tempo già immerso negli studi matematici, a cui si sentiva portato dalla natura: avea già scorso le opere degli antichi geometri, e già pensava ad ampliare e ad arricchire la geometria. Prima però bisognava che si mettesse a livello degli altri geometri italiani. Andò egli a cercare

altrove quegli aiuti, che allora non poteva trovare nella sua patria. Il Castelli in Pisa, e il Ciampoli in Roma lo iniziarono prestamente in tutt'i misteri del Galileo, e lo introdussero ancora nella di lui conversazione. Era già preparata dalla natura la scambievole loro amicizia, e non aveano bisogno che di vedersi per potersi stringere insieme con tutt'i più forti vincoli dello spirito. Il Galileo era un astro infocato e brillante, che infondeva moto e vigore in tutti quelli che se gli accostavano, e ch'erano capaci di concepirlo. Noi gli abbiamo grandissime obbligazioni per ciò che fece, e per ciò che diede agli altri occasione di fare. Torricelli, Viviani, Castelli, Aggiunti furono quelli che si distinsero maggiormente. Il Cavalieri si distinse fra tutti. Un disgustoso accidente contribuì moltissimo ad infervorarlo negli studi geometrici: la gotta, da cui cominciò ad essere incomodato in una età ancora fresca. Sentiva che l'arte umana non sapendo suggerirne il rimedio, la geometria poteva somministrarvi una distrazione.

Il Galileo, avendo amplificata, anzi rinovata la fisica, ed avendovi applicata felicemente la geometria, non accrebbe poi egualmente la geometria medesima, e la lasciò a un di

presso tra i limiti, e nello stato in cui l'avea ritrovata. Per ciò gli mancarono tutt'i problemi fisici, per la soluzione dei quali bisognava prima arricchire con qualche nuovo metodo la geometria; come la curva, per cui un corpo discende in più breve tempo; quella a cui si conforma una catena, o una fune sospesa dalle due estremità; la ragione, per cui si eguagliano i tempi delle vibrazioni nei minimi archi di un circolo. — La prima spinta a promovere la geometria ci venne dall'Austria, da Giovanni Keplero, nativo di Vittemberga, e allora imperiale matematico in Lintz. La Stereometria, da lui pubblicata nell'anno 1615, fu come il seme da cui germogliò la gara e l'emulazione degli altri geometri. Di là s'incominciarono le scoperte geometriche ed analitiche, che poi si estesero gradatamente per ogni parte, e ci condussero a tutt'i metodi del calcolo differenziale e integrale. Sino a quel tempo i geometri non s'erano occupati che delle figure rettilinee, dei coni, dei cilindri, del circolo e della sfera, e di tre altre curve, che nascono segando un cono con tre piani differentemente inclinati, e che si distinguono tra loro coi nomi di ellisse, di parabola, e d'iperbola. L'apice di

tutta la Geometria di Archimede era la misura e il rapporto dei solidi generali, facendo girare quelle tre curve intorno a un asse, preso esattamente nel mezzo. Il Keplero, coll'occasione di dover misurare le botti, usitate allora nell'Austria, cominciò a considerare molti altri solidi, che potevansi intendere generati con far rivolgere solamente qualche porzione delle suddette curve intorno ad una linea paralella, inclinata o perpendicolare a quella che le divide per metà. Con le varie combinazioni della figura da rivolgersi intorno, e dell'asse di tutta la rotazione, s'immaginò il Keplero ottantaquattro altri solidi, e li distinse coi nomi delle figure, che vi avevano più somiglianza, come l'anello, la fascia, il fuso, il cratere, il turbante, la tiara, la noce, la fragola, l'oliva, il fico, il cedro, la pera, la mela, il cotogno, ecc.

Ma il Keplero avea più fantasia per proporre dei problemi geometrici che geometria per risolverli. Non arrivò egli a trovare la soluzione che di alcuni casi più semplici, e molte volte ancora per vie indirette, e con una specie di tasto, e con certe analogie, e con certe ragioni di convenienza, più arbitrarie, che fondate sulla natura istessa delle

cose. Quell'uomo, così benemerito di tutta la fisica celeste per le due leggi fondamentali e primarie, che ci seppe scoprire, delle distanze, dei tempi e degli spazi corsi nel cielo, il più che fece nella geometria fu forse di aver introdotto il nome e l'idea dell'infinito, e così di essere stato il primo ad oltrepassare francamente quei limiti che parevano prescritti all'intendimento degli uomini. S'immaginò egli che il circolo fosse composto di un infinito numero di triangoli, tutti posti col vertice al centro, e con le basi infinitamente piccole alla periferia: il cono, come composto d'infinite piramidi che avessero il vertice comune, e che per base avessero tanti triangoletti situati nella base istessa del cono: il cilindro come composto di un'infinità di prismi egualmente alti. Il Keplero si figurò anche i solidi come composti generalmente di un infinito numero di strati superficiali, le superficie d'infinite linee, e le linee di punti infiniti: e mostrò quanto potevasi abbreviare così la strada delle più astruse verità, declinando tutto il giro delle antiche dimostrazioni, e del metodo di paragonare tra loro le figure iscritte e circoscritte ai piani e ai solidi da misurarsi. Ne lasciò ancora un esempio nel

curioso Problema, in cui trattavasi di misurare il solido generato dalla rivoluzione di una porzione di cerchio o di ellissi, intorno alla linea retta, con cui figuravasi terminata.

Le medesime tracce furono seguitate ben presto dal Galileo, e nel primo Dialogo della Meccanica, trattando di un cilindro scavato dentro di un emisferio, incominciò egli a famigliarizzarsi cogl' infiniti e cogl' indivisibili; e nel secondo e terzo dialogo vi seppe ancora ridurre le dimostrazioni dei teoremi fondamentali, che nella caduta libera dei corpi lo spazio cresce nella proporzione istessa del quadrato del tempo, e che la curva descritta dai corpi gettati obbliquamente è parabolica. Ma in quel primo dialogo confuse le idee metafisiche delle quantità divisbili, immaginandole come composte da indivisibili non quanti; e poi trovando delle difficoltà nell'ammettere che gl' infiniti fossero uguali, o disuguali tra loro, credette di eluderle con dire che i termini di eguaglianza, o maggioranza si devono restringere alle cose finite e terminate, e che degl' infiniti non si può dire che siano eguali, o maggiori o minori l'uno dell'altro. Il Galileo non portò più avanti le ricerche di questo genere; e trattando nel

quarto dialogo dei Centri di gravità, tornò a servirsi del metodo di Archimede, delle figure iscritte e circoscritte. Avea bensì in animo di comporre un intero trattato sopra gl'indivisibili, e vi era anche eccitato con replicate lettere dal Cavalieri. Ma dalle istesse lettere si raccoglie ancora, che al principio dell'anno 1626, avanti che il Galileo vi si occupasse, il Cavalieri era venuto già a termine della sua Geometria degl'Indivisibili, avea già sciolto geometricamente in gran parte i problemi proposti undici anni prima dal Keplero, ed avea aperto agli altri geometri la strada per arrivare alla soluzione di tutti gli altri problemi analoghi.

Quella dunque si è l'epoca, in cui alle figure iscritte e circoscritte, di sua natura finite e determinate, come se n'erano serviti gli antichi, s'incominciarono a sostituire gli elementi indivisibili, oppure infinitamente piccoli, indefiniti, oppure infiniti di numero, e tali che la loro somma si uguagliasse alla linea, alla superficie, o al solido proposto da misurarsi. Il Cavalieri incominciò veramente dal considerare la linea come composta d'infiniti punti, la superficie d'infinite linee, il solido d'infinite superficie; per modo che il

problema di misurare un solido si riducesse a quello di ritrovare la ragione di tutt'i piani che lo compongono, e così il problema dei piani si risolvesse in altrettanti problemi lineari. Questa maniera di esprimersi, e la parola istessa d'indivisibili, diede poi occasione a tutte le censure, ed a tutte le difficoltà de' suoi emoli. Il termine parve troppo aspro e meno geometrico al Newton. Fu più indulgente e più giusto il Mac-Laurin nel rilevare con quante precauzioni e cautele il Dizionario Geometrico s'era allora accresciuto di quel vocabolo, e con quali avvertenze se n'era sempre servito il Cavalieri.

È certamente, al principio del libro secondo e del libro settimo si dichiarò il nostro Geometra che non intendeva di stare al rigore dei termini, come se le quantità divisibili si componessero propriamente d'indivisibili; ma che intendeva solamente di dire che la proporzione dei solidi era la ragione istessa di tutte le superficie infinite, e che la proporzione delle superficie era quella d'infinite linee; e finalmente, per tagliare dalla radice tutte le opposizioni, dimostrò che arrivavasi ai risultamenti ed alle conclusioni medesime con altri metodi diversi, e affatto indipendenti

dalla considerazione degl' indivisibili. In sostanza, è lo stesso se alle quantità indivisibili si sostituiscano delle quantità infinitamente piccole, che si possano ancora dividere in altre parti sempre minori; se il solido s' intenda composto non già di semplici superficie geometriche, ma d' infiniti strati paralelli di una altezza infinitesima: e così pure se in una superficie s' intendano infiniti rettangoletti infinitamente piccoli, e infinite lineette in una linea. L' infinito geometrico non è altro che una quantità maggiore di un' altra quantità data, oltre i limiti di qualunque ragione di eccesso che si possa assegnare; e così pure l' infinitamente piccolo è una quantità minore di qualunque altra, che, presa un numero assegnabile di volte, arrivi ad eguagliare qualche quantità data. E appunto in questo senso asseriva il Cavalieri che un infinito può essere maggiore, o minore di un altro: e seguitando le stesse idee degli altri geometri, s' immaginarono poi un numero infinito d'ordini, e di classi di quantità infinite, e infinitesime, ciascuna delle quali si avesse da riguardare come infinitamente maggiore, o minore delle quantità di un altr'ordine.

Ma queste finalmente non sono che le idee

metafisiche dell'estensione: non è questo che il linguaggio geometrico, con cui s'è espresso il Cavalieri. Dalle parole bisogna passare adesso alle cose: bisogna spignere l'occhio oltre l'acutezza ordinaria degli altri sensi, passare come in revista tutt' i minimi elementi delle quantità, paragonarli insieme tra loro, e ritrovare la proporzione e delle parti e del tutto. Quanto mai perdono gli uomini che non hanno lumi bastanti per riconoscere il vasto campo di tutte queste invenzioni! Perdono essi di vista lo spettacolo più brillante, e più vario che si possa offerire alla nostra considerazione; hanno un senso di meno che in ogni età e in ogni tempo può somministrare tanti aiuti differenti contro le noie ordinarie della vita; e per lo meno non conoscono le più precise misure della sottigliezza e dell' attività dello spirito umano.

Ecco il prospetto di tutta la Geometria degl'Indivisibili. Nel primo libro, e in una porzione del secondo, incomincia il Cavalieri a trattare di quelle quantità, in cui tutti gli elementi analoghi hanno tra loro la stessa proporzione. Il suo lungo ragionamento si ridurrebbe sostanzialmente a questa semplice proposizione: Che tutte le figure, i cui elementi crescono o

scemano similmente dalla cima sino alla base, sono alla figura uniforme della base medesima e della medesima altezza nella proporzione costante, con cui gli elementi crescono o scemano. Il Cavalieri non ha presentato questo teorema sotto il punto di vista più chiaro e più distinto. Lo ha però dimostrato rigorosamente. Lo ha sviluppato per ogni parte. Ha fatto ampiamente vedere come vi si riduca una gran parte della Geometria degli antichi; i teoremi di Euclide intorno al rapporto dei triangoli e dei paralellogrammi, delle piramidi e dei prismi di base eguale e di eguale altezza; gli altri teoremi di Archimede intorno alla proporzione del circolo e dell'ellisse, delle sferoidi e della sfera iscritta, o circoscritta; la determinazione del centro di gravità, e la misura del solido generato dalla rivoluzione della parabola o dell'iperbola intorno all'asse.

Ma poi passando il Cavalieri a quelle quantità, che in ciascun elemento crescono o scemano variamente, nella proposizione ventiquattresima del libro secondo, che chiamò il nucleo di tutta la Geometria degl' Indivisibili, cominciò a ricercare la proporzione della somma di tutt'i quadrati di una linea, continuatamente crescente sino ad una grandezza data alla

somma di altrettanti quadrati della grandezza istessa; o sia la proporzione della somma dei quadrati di tutte le linee paralelle che riempiono un triangolo, alla somma di tutt'i quadrati delle linee che riempiono similmente un paralellogrammo di egual base e di eguale altezza; e ritrovò finalmente che la prima somma era precisamente la terza parte della seconda. Questo è il primo passo che si sia fatto decisivamente verso il calcolo differenziale e integrale. Il Cavalieri ne fece ancora successivamente molti altri; mentre qualche anno dopo trovò le somme di tutt'i prodotti che si possono formare, moltiplicando due o tre volte in sè stessa ciascuna di quelle linee che si possono tirare in un triangolo con una direzione sempre paralella alla base.

Ma poi nel terzo, nel quarto e nel quinto libro della Geometria degl' Indivisibili si estese il nostro Geometra nel ricercare la somma dei quadrati di tutte le linee, che riempiono similmente qualche porzione di un circolo, di un' ellisse, di una parabola e di un' iperbola. Ed avendo fatto vedere che tutti gli anelli circolari e paralelli, che si possono intendere descritti con la rotazione di qualche figura piana intorno ad un asse determinato,

sono generalmente come i quadrati di tutte le linee analoghe, sciolto il problema delle somme, si vide aperta la strada a tutti gli altri problemi della misura dei solidi rotondi che chiamansi solidi di rivoluzione. E così appunto nei ventinove corollari del libro terzo ci misurò egli quei solidi che s'intendono generati con la rivoluzione di qualche porzione di un circolo, o di un' ellisse intorno ad una linea paralella, o inclinata alla tangente, oppure intorno alla tangente medesima, come il cedro, l'uliva, il cotogno, il pomo, gli anelli, e gli apici sferali e sferoidali. E così pure negli altri corollari del quarto e del quinto libro ci misurò tutt' i solidi, che similmente si possono intendere generati con la rivoluzione di qualche porzione di una parabola o di un' iperbola.

Andò ancora più avanti il Cavalieri, e in tutto il libro sesto avendo esteso ed applicato lo stesso metodo alla misura dei solidi, generati con la rivoluzione della spirale, ritrovò una singolare analogia che passa tra la spirale e la parabola: quella medesima analogia, di cui alcuni falsamente attribuirono il merito e l'invenzione al celebre Gregorio da San Vincenzo. Il Cavalieri impiegò tutto il libro settimo nel far vedere che i principali risultamenti dei libri

antecedenti raccoglievansi ancora con altri metodi puramente geometrici, e affatto indipendenti da qualunque considerazione delle quantità indivisibili. E così egli sciogliendosi da tutt' i dubbi e da tutte le ambiguità metafisiche, assicurò la parte geometrica di tutta l'opera, e confermò le soluzioni dei più difficili problemi che fossero stati proposti sino a quel tempo.

Un mezzo secolo dopo il Cavalieri, con lo studio di tutt' i geometri, e principalmente del Newton, quei problemi son divenuti dei semplici corollari di altri metodi più generali: si sono dispensati i principianti dal leggere la Geometria degl' Indivisibili, e presso alcuni se n'è ancora diminuita la considerazione e la stima: Ma per valutare più giustamente il merito de'nostri antecessori, e le obbligazioni che abbiamo ad essi, bisogna riflettere che quello era come il primo piano, su cui gli altri hanno poi fabbricato avanti di giugnere a quell' altezza, da cui ora scopriamo un immenso orizzonte di belle e grandi verità. Bisogna paragonare insieme quell'opera, non già con le posteriori, ma con le altre opere antecedenti: e così tutta la Geometria solida degli antichi, come diceva il Torricelli, che piccola cosa non

comparisce in confronto di tutta la Geometria del Cavalieri? E per coloro che gustano maggiormente il rigore delle geometriche dimostrazioni, e il severo ragionar degli antichi, potrà essere interessante anche adesso il Trattato degl' Indivisibili. Vi troveranno essi una sottigliezza grandissima nell'isvolgere tanti rapporti differenti, un grandissimo numero di verità accessorie, riferite all'oggetto principale, tutta la sagacità e l'erudizione geometrica, il più bel pezzo di geometria che si sia veduto in que'tempi.

Il Trattato era di già abbozzato nell'anno 1629, e il Cavalieri lo avea allora spedito al Senato di Bologna per dimandare la cattedra di Astronomia, ch'era vacante per la morte del Magini, e ch'esso riguardava come più conveniente a' suoi studi dell'altro impiego che gli era stato più volte offerto in una biblioteca ecclesiastica di Milano. Ma i giudici competenti delle materie più astruse, che non sono moltissimi nell'età nostra, erano assai più scarsi in quel tempo. Nè quel sublime Trattato, nè le raccomandazioni del Galileo bastarono per assicurare al Cavalieri la cattedra che dimandava. Fu interpellato il Galileo se il Cavalieri era poi tanto versato nell'astronomia da poter suc-

cedere onorevolmente al Magini. Il Cavalieri per far sentire la propria superiorità contrappose al piccolo libretto del Magini sopra gli Specchi sferici un altro trattato sopra gli Specchi ustorj, parabolici, ellittici ed iperbolici, tanto concavi, quanto convessi; e tra le varie combinazioni di differenti specchi accennò quella che avea più analogia con lo specchio d'Archimede, e ch'era di due specchi parabolici, l'uno più grande e concavo, rivolto al sole, l'altro convesso, e più piccolo, che avendo comune il punto di unione, e ricevendo i raggi dal primo, li rivolgeva al luogo dove si aveva da accendere il fuoco. Leggendosi nello Zetzes che Archimede ad uno specchio grande avea unito in qualche distanza degli specchietti più piccoli, pensò il Cavalieri che l'artifizio non dovess'essere assai differente dalla proposta combinazione.

Nello stesso anno 1629 ottenne la cattedra di astronomia, e si occupò interamente per corrispondere alla fiducia ed alla espettazione del pubblico. Sospese per allora di dare l'ultimo compimento alla grand'opera degl' Indivisibili, che dovea rendere così glorioso il suo nome per tutta l' Europa colta e letterata, e in vece si consacrò all' istruzione de'suoi al-

lievi di Bologna. Nell'anno 1632 incominciò a pubblicare il Trattato sopra gli Specchi ustorj e il Direttorio Uranometrico, che fu poi ristampato col titolo di Trigonometria piana e sferica, lineare e logaritmica. Non si possono mai abbastanza commendare quegli uomini che, avendo forze sufficienti per metter mano a delle opere primitive e originali, sanno poi ancora discendere a delle altre opere puramente elementari ed istruttive. Nelle prime danno essi a conoscere la superiorità dello spirito; nelle seconde manifestano ancora i più dolci sentimenti del cuore, la delicatezza, l'onestà, la premura di corrispondere all'obbligo dei propri impieghi. Sono essi tanto più benemeriti di tutta l'educazione letteraria e scientifica, perchè vi mancherebbe troppo se si abbandonasse alla mediocrità degli spiriti secondari.

Erano dello stesso genere alcune operette del Cavalieri: come il Compendio delle Regole dei Triangoli; la Centuria dei Problemi astronomici, da lui stampata nel 1640, e la Rota Planetaria, stampata due anni dopo sotto il nome di Silvio Filomanzio, che, quantunque sia comparsa ad alcuni come macchiata di qualche traccia d'astrologia, non versa propria-

mente che intorno ad argomenti astronomici, geografici e cronologici. Ma in tutte quelle opere elementari si travedeva sempre il geometra ingegnoso e sublime. Il solo Teorema che leggesi nel capitolo ottavo della terza parte del Direttorio, bastava per far vedere quanto egli era superiore al livello di tutti gli altri. Quel Teorema nè debb'essere dimenticato, nè può esporsi con altri termini, ed è: Che la superficie della sfera sta alla superficie di un triangolo sferico nella stessa proporzione di quattro angoli retti alla metà dell'eccesso della somma dei tre angoli del triangolo proposto sopra due angoli retti. Le principali conseguenze sono: la proporzione della sfera e della piramide tirata da un triangolo sferico sino al centro: la proporzione dei triangoli sferici tra loro: la trasformazione di un triangolo sferico nell'intera superficie di una sfera, o in un semplice settore o in qualche zona: la trasformazione della piramide in un'altra sfera; e, ciò che in quei tempi comparve ancora più singolare, la quadratura del triangolo sferico.

Dopo di avere così provveduto il Cavalieri a tutte le occorrenze delle scuole, dopo di avere soddisfatto ampiamente ai doveri del pubblico impiego, pensò poi alla maggiore sua gloria,

al servizio di tutta la repubblica letteraria, ed agli avanzamenti della più alta Geometria. Diede l'ultima mano alla grand'opera degl'Indivisibili, e pubblicolla nel 1635. Ne colse subito il frutto, di cui l'uomo di lettere ha più ragione di compiacersi, perchè lo deve interamente a sè stesso, la maggiore considerazione del pubblico. Gli encomi fatti a quel libro dal Galileo, dal Torricelli, dal Viviani e dal Castelli furono i primi a circolare per le bocche di tutti, ed a regolare le altrui opinioni. Vi si aggiunsero successivamente i suffragi degli esteri, ch'erano allora di maggiore autorità nelle scienze. L'opera degl'Indivisibili fu letta e studiata profondamente di qua e di là da' monti; il metodo fu ridotto co' successivi studi a maggiore semplicità, ed ampliato per ogni parte; l'Autore v'ebbe la pura compiacenza, e delle scoperte sue proprie, e di quelle altre a cui avea dato occasione.

La rivalità, il sospetto, l'invidia, ignobili passioni, non arrivano ordinariamente sino a quei geni primari che, avendo ben meritata la pubblica estimazione, non hanno bisogno alcuno di guadagnarla sugli altri per procurarsela. Essi rispettano ciò che devono, stimano ciò che possono, e si rendono insieme tra loro tutte

le pubbliche testimonianze del merito e della virtù. Il Galileo avea una maggiore estensione di mente; avea applicato felicemente l'antica geometria alla fisica; avea dato una nuova forma alla fisica, alla meccanica, all'ottica, all'astronomia. Il Cavalieri avea una maggior forza d'ingegno; s'era rinserrato tra tutti gli arcani della geometria di quel tempo, e ne avea formato una nuova. Questo potea forse comparire un oggetto di qualche rivalità. Ma l'uno e l'altro erano appunto geni del prim'ordine. Il Cavalieri nel libro sopra gli Specchi ustorj rese tutti gli onori dovuti alle scoperte e all'ingegno del Galileo; e il Galileo vi corrispose, scrivendo di avere presagito da quel libro che l'Autore sarebbe riuscito uno de'principali matematici del suo tempo. E un anno dopo la pubblicazione della Geometria degl'Indivisibili, essendo andato il giovane Geometra a visitare l'afflitto e immortal Vecchio nella sua rilegazione di Arcetri, e avendo con lui passato una parte dell'estate fra tutte le dolcezze dell'amicizia, si sentì chiamare da lui un secondo Archimede.

Nel Torricelli e nel Viviani il fervore della gioventù e la scelta dello stesso genere di studi non fece nascere altra gara che quella di por-

tare più avanti le scoperte geometriche del Cavalieri, e di contribuire, ciascuno dal canto proprio, quanto poteva ai maggiori progressi di tutta la geometria. Il Viviani gli diede il nome di acutissimo Geometra: scrisse che il di lui nuovo metodo era molto più breve, facile ed elegante del metodo indiretto della doppia posizione degli antichi; e ne diede anche un esempio nella quadratura della parabola e nella soluzione di alcuni altri problemi. Il Torricelli scrisse di riguardare con occhio di compassione la Geometria degli antichi, che, non conoscendo il metodo degl' Indivisibili, mancavano di un compendio maraviglioso, e di una via veramente regia, aperta allora tra tutti gli spineti geometrici dal Cavalieri. E fu egli uno de' primi a correre gloriosamente per quella strada; mentre nel 1644 pubblicò un'ingegnosa Applicazione del metodo degl' Indivisibili alla quadratura della cicloide, ed alla misura del solido acuto iperbolico, solido singolare che ha una misura finita, quantunque nasca dalla rotazione di una curva e di uno spazio infinito intorno all'asse. Il Cavalieri ricevette con festa queste invenzioni, e confessò di avere inutilmente tentata per molto tempo la quadratura dello spazio rinchiuso dalla ci-

cloide, dopo che il Galileo vi avea pure inutilmente pensato per anni 35.

Benedetto Castelli, il primo maestro del Cavalieri, e Stefano degli Angeli, il primo de'suoi scolari, continuarono la stessa gara di tutt'i sentimenti di una reciproca stima e cordialità: e così in questa parte della storia letteraria brillarono insieme gli uomini ingegnosi e virtuosi, i geometri e gli amici. Il Castelli scrisse di ammirare la sublimità dell'ingegno del Cavalieri; comunicò con lui alcuni suoi calcoli e le sue idee che non convenisse deviare tutta la Brenta dalla Laguna di Venezia: e non si offese della giudiziosa risposta che in un affare di così grande importanza non bisognava già riposare sopra un astratto ragionamento, ma, prima di ogni altra cosa, bisognava moltiplicare le osservazioni e le sperienze. Stefano degli Angeli, essendo passato dalla scuola di Bologna ad insegnare le matematiche in Padova, estese il metodo degl'Indivisibili alla misura delle superficie coniche, alle tangenti d'infinite parabole, alle figure massime che si possono inscrivere, ed alle minime che si possono circonscrivere alle parabole e alle conoidi: scrisse di riguardare il suo maestro come l'Ercole della geometria: lasciò tras-

pirare in tutte le sue operette l'amore che avea per lui; e nel libro delle Unghie e dei Gigli dimandò anzi perdono se troppo spesso tornava all'uso, ed all'apologia del di lui metodo.

Prima che si andasse tant'oltre dagl'Italiani, in Francia l'emolo del Cartesio, quello che avea contrastata al Torricelli la gloria di essere stato il primo a quadrare lo spazio cicloidale, il Roberval, avea pure composto sullo stesso soggetto del Cavalieri un'altr'opera consimile, che, quantunque si dicesse finita nel medesimo tempo, non comparve però alla luce se non due anni dopo ch'erasi già stampata, ed otto o nove anni dopo che già si conosceva in Italia la Geometria degl'Indivisibili. Alla stessa maniera il Cartesio, avendo pubblicato molt'anni dopo del Galileo i famosi teoremi sull'accelerazione dei corpi gravi e sull'eguaglianza del tempo delle diverse vibrazioni di un pendolo, volea far credere di averli ritrovati da sè solo. Il Niceron, il Beaugrand, il Mersenne, il Bulliado furono i geometri francesi che resero in quel tempo giustizia al Cavalieri, commendando ampiamente l'opera e l'Autore, e dicendo che il di lui ritrovato era il frutto di una profonda meditazione e di una sottile e maravigliosa sagacità.

In Inghilterra Giovanni Wallis, essendo stato informato con varie lettere dal Torricelli di tutto il metodo degl'Indivisibili, lo coltivò specialmente, lo estese a cercare le somme delle serie infinite, e vi aggiunse una generale applicazione del calcolo. Un altro geometra inglese di quel tempo, Riccardo Albi, trattando delle sezioni fatte in un Emisferio si servì pure della Geometria del Cavalieri, dicendo di ritrovarla ben superiore al metodo di Archimede. E così ancora in Olanda Francesco Schooten, nel suo Trattato sulla Descrizione organica delle sezioni coniche, quasi nello stesso tempo si rese famigliare il metodo degl' Indivisibili, dicendo di preferirlo a qualunque altro per la facilità e brevità delle dimostrazioni. Il Cavalieri, quantunque rapito da un'immatura morte avanti il decimo lustro di vita, sopravvisse però abbastanza alla pubblicazione del suo libro per vedere il successo che avea avuto in Italia, in Francia, in Inghilterra e in Olanda.

In mezzo agli elogi comuni dei nazionali e degli esteri, mentre di qua e di là dai monti studiavasi generalmente la nuova Geometria, mentre i principali geometri cercavano di simplificarla e di estenderla, tre soli osarono di

attaccarla, il Tacquet, il Bettini, il Guldino, e questi erano tre Gesuiti. Il primo ne attaccò brevemente la parte metafisica, dicendo che l'idea degl' indivisibili era ageometrica, e ch'era cavata dalle opere del Keplero. Il secondo con grandissima asprezza e con uno stile stravagantissimo attaccò tutto il metodo senza mai nominare l'Autore e senza rendergli giustizia alcuna, neppure nella parte geometrica. Il terzo, proponendo diversi dubbi sulla parte geometrica e metafisica, e dichiarandosi di non avere studiato bastantemente l'opera del Cavalieri, e contrapponendovi sempre il proprio metodo di richiamare la misura dei solidi alla considerazione del centro di gravità, lasciò travedere le piccole passioni che lo animavano. Il nome del primo è restato ancora in alcune operette puramente elementari. Il nome del secondo è già stato generalmente dimenticato con quello del suo Erario Matematico. Stefano degli Angeli rispose ampiamente ad ambidue. Le altre ingegnose ricerche che contenevansi nell'epera del Guldino, gli meritarono una risposta diretta dal Cavalieri.

Nella storia letteraria parrà sempre assai strano che i promotori primari delle scienze, Copernico, Galileo, Cavalieri, Ugenio, Newton,

Cartesio, Gassendo, ecc., che tutte le principali accademie, le università di Pisa e di Padova, le scoperte più belle e più luminose, dal moto della terra sino alla teoria dei colori, siano state sempre attaccate dai Gesuiti, da quell'ordine istesso, che, essendosi impadronito di tante scuole e di tant'altre università, in mezzo a tutt'i comodi di studiare, sperimentare, osservare, con tutto l'interesse, e il dovere di riuscirvi, non ha mai fatto alcun' epoca nella serie delle stesse invenzioni. Anzi l'impegno, con cui per quasi due secoli si è voluto fermare sull'araba filosofia e sull'astronomia tolemaica, le difficoltà proposte dal Riccioli e dal Grandami intorno al moto della terra, e sostenute di comune concerto da tutti gli altri, i falsi ragionamenti del Castelli e del Grimaldi sull'ottica, i dubbj rilevati dal Gottignes sull'algebra, i sistemi ideali di fisica e di meccanica, l'alienazione dai buoni autori, l'inveterato metodo di studiare, ha fatto restare per molto tempo i paesi, dove signoreggiava quell'instituto, al disotto del livello di tutti gli altri. E quando incominciò a pentrarvi la luce delle scienze sparse, e cresciute nelle altre parti dell'Europa, cinque o sei lustri prima

ch'esso sparisse dagli occhi del pubblico, non fu senza il dispiacere e le contraddizioni dei vecchi, che alcuni giovani valorosi, uscendo dal laberinto delle controversie scolastiche, si diedero a coltivare più lodevolmente la fisica e le matematiche astratte ed applicate.

Adesso è forse ancor presto per decidere imparzialmente sul merito letterario e scientifico de' Gesuiti. Il giudizio non è ancora portato a quei soli, cui propriamente apparterrebbe. Il popolo non ha finito di frammischiarvisi: e il popolo giudica sempre su certe impressioni estrinseche, senza internarsi di più nell'esame e nella cognizione delle cose. Vi vuole almeno un mezzo secolo perchè il giudizio generale si sciolga da tutte le altre particolari relazioni; e allora gli uomini di lettere, passeggiando per qualche libreria, potranno più liberamente distinguere i primi e gli ultimi tempi, assegnare il giusto valore delle opere, e rendere gli onori e le lodi dovute ad alcuni individui, senz'essere obbligati a dividerle sul numero di tutti gli altri.

Allora saranno finiti affatto i discorsi del moto diurno ed annuo del Sole, della sfericità della terra, della composizione di due filosofie, dell'impossibilità del contatto, degli

elementi indivisibili de' corpi, delle infinite forze ripulsive, delle forze e vive e morte, e di tant'altre materie che non si possono dire ancora dimenticate. Non si attribuirà più ai Gesuiti il merito della riforma del Calendario, la scoperta delle macchie del Sole, i principj della teoria delle comete, i progetti idrometrici, e i metodi geometrici ed analitici, che propriamente appartengono ad altri autori. I volumi polverosi del Clavio, Fabri, Lana, Scotti, e tant'altri, si mostreranno allora da una parte delle più ampie biblioteche insieme alle tante centinaia di storici, di moralisti e di poeti. L'erudito bibliotecario, che vorrà indicare non quanto abbiano scritto i Gesuiti, ma quant'abbiano avanzate le scienze, e cosa vi abbiano aggiunto di proprio, non vorrà forse impegnarsi a produrre qualche opera primitiva, e qualche scoperta del prim'ordine; e per dire ciò che essi hanno fatto di meglio, incomincerà egli dagli ultimi cinque o sei lustri, e produrrà con le dovute lodi un laborioso corso d'instituzioni analitiche, un'ingegnosa continuazione delle ricerche incominciate di là da' monti sull'ottica, le sperienze fatte a Pekino sulle vicende dei movimenti elettrici, la misura dei gradi del Meridiano di Roma e di Vienna,

varie osservazioni astronomiche, e principalmente quella del passaggio di Venere sotto al Sole. Ma in quei primi due secoli si troveranno forse tre sole cose che meritano di essere onorate dalla memoria de' posteri: l'esperienza fatta dal Grimaldi intorno alla divergenza dei raggi, che, passando vicino ad alcuni corpi più piccoli, si staccano e ne ingrandiscono le ombre; i teoremi sulle serie infinite, e sulla misura delle così dette unghie ellittiche e iperboliche, ritrovati dal celebre Gregorio da San Vincenzo mentr'erasi ostinato a trovare la quadratura del circolo; e finalmente l'opera del Guldino.

Il Guldino era passato dai Protestanti ai Gesuiti nell'anno 1597, e fatta in breve tempo conoscere l'elevazione de' suoi talenti, dal più abbietto ordine de' serventi, in cui erasi trovato a principio, fu promosso a insegnare la filosofia e le matematiche in Roma, in Vienna e in Gratz. Cinque anni dopo la pubblicazione dell'opera del Cavalieri pubblicò egli il famoso Teorema: Che il solido rotondo, generato dalla rivoluzione di qualsivoglia figura piana intorno ad un asse qualunque, si eguaglia sempre ad un prisma, che abbia per base la figura proposta, e che abbia per

altezza la linea descritta dal centro di gravità dell'istessa figura nella sua rivoluzione. Quest'era un' altra maniera di soddisfare ai Problemi del Keplero; o più tosto, in questa maniera, il problema di misurare un solido rotondo veniva a risolversi in un altro, in cui bisognava cercare il centro di gravità della figura piana, dalla cui rotazione s' intendeva che il solido si generasse.. Veramente la determinazione del centro di gravità in una figura piana non è più facile della misura del solido rotondo, nè le formole analitiche sono generalmente più semplici nel primo caso, che nel secondo. Ciò non ostante, meritava sempre ogni lode il ritrovato del Guldino, e la sottigliezza laboriosa, con cui seppe svilupparlo, e applicarlo ai casi più singolari. Bastava che si fosse moderato a dividere col Cavalieri l'attenzione de' geometri, e sopra tutto che non avesse fatto così poco conto di un metodo che si stendeva generalmente alla misura dei solidi, alla ricerca dei centri di gravità, e allo sviluppo di tant'altri problemi più ardui e più sublimi.

Ma il Guldino voleva esser solo in una così vasta carriera. Impiegò egli il capo quinto del libro quarto della sua Centrobarica nel-

l'attaccare la parte geometrica e metafisica del metodo degl'Indivisibili, ed arrivò sino a disputarne il rigoroso merito dell'invenzione, non lasciando al Cavalieri che quello di avere generalizzati alcuni teoremi del Sovero. Gli fece ancora come una specie di rimprovero che, avendo trattato in alcuni luoghi della relazione che passa tra la distanza del centro di gravità, e la capacità intera del solido, non si fosse accorto dell'uso che potea farsi della considerazione del primo per la misura del secondo. Questa è stata sempre la condizione degli uomini di lettere di vedersi esposti non solamente alle ciance e ai sofismi della plebe letteraria, che deve interamente negligersi, ma ancora all'emulazione, o alla indiscrezione di alcuni altri, che per la vivacità dei loro talenti, e per la moltiplicità delle loro cognizioni, meritano di essere più rispettati. Adesso che la licenza e l'indecenza critica è portata assai più oltre che ai tempi del Galileo, i matematici hanno preso il partito di non rispondere a nessuno di quelli che nelle critiche loro non si prefiggono unicamente l'esame e la ricerca della verità (*). Il Cavalieri sarebbe stato ben supe-

(*) *Nota.* Nella Cosmografia io ho fatto una

riore alla vanità della disputa se si fosse trattato di un altro contradditore, e se l'interesse

---

breve replica a' signori Murdok e Short, e al sig. Conte Giordano Riccati intorno all' intelligenza di due proposizioni del Newton, e ad un altro passo del terzo tomo degli Atti di Torino intorno una piccola equazione del moto dei nodi della luna. La nobiltà, che que' celebri autori aveano messo nelle loro ricerche, esigeva da me quest'atto particolare di stima. Nessuno di quelli che hanno contraddetto in altre maniere ad altre mie asserzioni, non ha mai da me avuto risposta. Io conservo bensì tutta la riconoscenza per alcuni illustri amici, che le hanno qualche volta difese, e devo particolarmente onorare i nomi de' signori Mariscotti, Durani e Pessuti. Ma io, dopo una breve lettera, scritta venticinque anni fa al Gesuita Zaccaria, intorno alla figura della terra, non ho più voluto occuparmi di apologie. E se quei pochi che hanno lumi sufficienti per seguitare le mie instituzioni meccaniche ed idrometriche, vi troveranno annientate alcune difficoltà che mi si sono opposte qualche volta coll' occasione di alcune pubbliche commissioni, massimamente di Bologna e di Roveredo, o se vi troveranno indicati col maggiore riguardo degli sbagli scorsi in alcuni altri libri, s'accorgeranno ancora, che il solo ordine necessario delle ricerche mi ha portato in quegli esami, e non già il pensiero di fare qualche confutazione. Una circostanza particolare mi ha obbligato l'anno scorso ad inserire nel Giornale del sig. Rozier una breve risposta al sig. de l'Espinasse intorno alla

comune delle scienze avesse allora permesso di lasciare invendicata e fluttuante una bella e feconda invenzione.

---

regola fondamentale della misura delle acque correnti. Bisognava allora avvertire che nella terza edizione fatta in Firenze del mio primo libro sui Fiumi, da cui s'è cavata la bella traduzione francese, mancava una riga di quelle con cui nelle due precedenti edizioni di Lucca e di Parma si trova esposta la regola. Il difetto però si poteva facilmente supplire riconoscendo qualcuno de' calcoli susseguenti. Gli altri equivoci, con cui il sig. de l'Espinasse voleva applicare ai fiumi liberi le sperienze fatte nei fiumi ringorgati, e così rovesciare le regole idrometriche del Guglielmini, Grandi, Manfredi, ecc., erano già prevenuti, e sciolti copiosamente nel capo terzo del libro quinto delle mie Instituzioni. Adesso non fa più bisogno di rifiutare quanto lo stesso de l'Espinasse ha voluto inserire nell'ultimo Giornale intorno ad alcune notizie dei canali di Linguadoca e della China, che non avendo io mai veduto, ne ho ricavato una succinta descrizione dalle opere di alcuni autori francesi, e massime del sig. Belidor. Qui non fa più bisogno di apologia. Un filosofo dev'essere ben superiore all'irregolarità delle parole. Intorno ai fatti ognuno resterà persuaso che il Belidor conoscesse assai bene il canale di Linguadoca, su cui il sig. de l'Espinasse non ha specificato ancor nulla. E per gli altri tre fatti, che sono specialmente da lui controversi intorno ai canali della China, potrà il lettore raccogliere dalle carte, se

Nell'anno 1649 non si trovava più da' librai qualche esemplare della Geometria degl'Indivisibili. Coll'occasione di un' altra edizione il Cavalieri vi volea fare delle aggiunte importanti; quelle che la potevano avvicinare di più all'invenzione del calcolo differenziale e integrale. Era anche debitore al pubblico di molti altri curiosi quesiti che aveano in quel tempo occupato l'ingegno di molti geometri. La gotta, da cui era incomodato aspramente, e per cui morì poi in Bologna nell'età d'anni 49, non arrivava a indebolirgli,

---

da Canton a Pekino vi siano più di sedici gradi di latitudine, e se questi, anche senza contare le tortuosità dei canali, formino 250 leghe, ovvero più di 300, come io ho scritto; e potrà poi giudicare, se ancora, levando un piccolo traghetto di terra, e la piccola distanza del termine dei canali da Pekino, si possa dire che vi siano più di 300 leghe di continuata navigazione. Sopra tutto l'attento lettore, dallo stesso testo del Nieuhoff, addotto dal sig. de l'Espinasse, rileverà chiaramente che i sostegni della China sono a porte semplici, e non a porte raddoppiate a gradino in ciascun sostegno, appunto come io aveva ricavato dalla bell'Opera del Belidor. Così sarà formato il giudizio e della critica, e del giornale, senza ch'io debba levar più tempo ai presenti miei studi per fare un esame più dettagliato e dell'uno e dell'altro.

la forza e l'attività dello spirito, e gli lasciava degl'intervalli per l'avanzamento di tutta la geometria. Nell'anno 1647, due anni prima della sua morte, stampò le sue Esercitazioni Matematiche, e scelse quell'occasione per dare una risposta decisiva al Guldino. Gli altri Problemi, sviluppati dal Cavalieri nel nuovo libro, erano principalmente: Quello che avea proposto il Keplero, di ritrovare il centro dell'unione dei raggi in una lente convessa dalle due parti, e di una sfericità differente; quello del Niceron di ritrovare i lati di un triangolo equicrure, data che fosse l'area ed il perimetro; quello del Beaugrand, di descrivere una parabola per quattro punti, presi in qualunque modo sopra due linee paralelle; quello del Fermat, di tirare da tre punti dati ad un punto di mezzo tre linee rette, la somma delle quali fosse minore di tre altre rette che si tirassero a qualunque altro punto. Ed io nomino con piacere quest'ultimo problema, che mi ha dato occasione di aggiugnere ad una laboriosa soluzione di un celebre algebrista una soluzione geometrica di poche righe. Il Cavalieri inserì ancora al suo libro diverse considerazioni intorno ai prodotti successivi di una quantità risultante dalla somma

di altre due; intorno all'equilibrio, e al centro di gravità dei solidi, che avessero ripartita la gravità istessa con una data proporzione, e intorno ad una nuova specie di fontana, a cui diede il nome di vero Idrocontisterio.

Ma poi, venendo al Guldino, non vi era bisogno di una più lunga apologia per tutto ciò che risguardava il merito intrinseco della Geometria degl'Indivisibili; mentre il Guldino non avea rilevato alcuna difficoltà, che non fosse già prevenuta, e sciolta bastantemente dal Cavalieri nella prefazione del libro settimo; e, per uscire da tutti gli equivoci, bastava ripetere, che sotto il nome di quantità indivisibili si potevano intendere ancora delle quantità divisibili, ma tanto piccole, che non avessero alcuna proporzione assegnabile con le altre quantità date e finite. Restavano alcune eccezioni, che unicamente risguardavano la persona. Il Cavalieri cominciò a ricordare, che il libro del Sovero era stampato in Parma un anno dopo che dalla stessa città di Parma, dove allora trovavasi, aveva egli spedito al senato di Bologna, e comunicato a molti altri il Trattato della sua Geometria. Il fatto era troppo solenne ed autentico per

non lasciare più nessun dubbio intorno all'inventore del nuovo metodo. E dopo di avere così assicurata l'invenzione sua propria, pensò il Cavalieri che gli fosse permesso di esaminare quella del suo oppositore, e di attaccarlo con le armi medesime, e con la medesima specie di attacco. Rilevò adunque che il Guldino propriamente non avea fatto altro che generalizzare il teorema decimottavo della Stereometria del Keplero. Alcuni aveano malamente preteso di ritrovare nelle opere di Pappo qualche vestigio della regola proposta dal Guldino per misurare i solidi rotondi. Ma il Keplero l'avea espressamente applicata a tutti gli anelli generati dalla rivoluzione di una sezione circolare o ellittica, ed avea anche aggiunto che la regola si estendeva agli altri anelli, che si potevano intendere generati dalla rivoluzione di qualunque altra figura.

Fece inoltre sapere il Cavalieri che tutte queste dottrine non erano poi riuscite affatto nuove in Italia; mentre uno de' più abili allievi, ch'egli avea lasciato in Piacenza, Antonio Rocca, due anni prima che si vedesse l'opera del Guldino, avea già ritrovato, e dimostrato, che le solidità dei corpi rotondi sono proporzionali alle figure generatrici

moltiplicate per la distanza del rispettivo centro di gravità dall'asse della rivoluzione. Da questo teorema non vi era che un passo assai corto per arrivare a quello del Guldino. Il Cavalieri supplì a quanto potea mancarvi, e dal suo metodo degl'Indivisibili cavò la prima, e rigorosa dimostrazione che siasi data di quel teorema; mentre il Guldino non lo avea già dimostrato direttamente; lo avea solamente appoggiato ad alcune lunghe induzioni, ed erasi contentato di far vedere che i risultamenti si accordavano con altri metodi sicuri e conosciuti. In tutta questa memorabile disputa ci lasciò il Cavalieri un raro esempio della sua moderazione: gli altri geometri non sentirono però meno la superiorità ch'esso avea sopra il Guldino; e la geometria, con la dimostrazione generale del metodo di ricavare la misura dei solidi dalla distanza dei centri di gravità, vi guadagnò i più ingegnosi e più fecondi teoremi del metodo delle quantità indivisibili.

Ma qui abbisogna tutta la precisione del linguaggio geometrico. Gli elogi degli uomini di lettere non devono ridursi alla generalità di alcune considerazioni letterarie. Bisogna esaminare in che stato abbiano essi e trovate

e lasciate le scienze, cosa vi abbiano fatto, e che cosa abbiano dato occasione di fare agli altri; qual è il vero merito, e l'estensione delle scoperte che vi hanno essi aggiunte; e le scoperte geometriche non si possono esprimere precisamente che col rigore de' propri termini. Il Cavalieri nella proposizione ventesimaseconda dell'esercitazione quarta, trattando della misura del solido generato con la rivoluzione della parabola intorno all'ordinata, o alla tangente, s'accorse che lo sviluppo di tutto il nodo dipendeva dal trovare la somma di tutte le quarte potenze, o sia di tutt'i quadrati dei quadrati di tutte le linee che riempiono l'area di un triangolo. Trovò che una tal somma è alla somma di altrettanti prodotti simili di tutte le linee, che riempiono l'area di un rettangolo di egual base, e di eguale altezza, nella proporzione medesima di uno a cinque. Trovò in oltre che se si fosse trattato di prendere le somme dei cubi, o sia delle terze potenze di tutte le linee, similmente tirate nel triangolo e nel rettangolo, la proporzione sarebbe quella di uno a quattro. Onde, avendo di già trovato che la proporzione delle somme di tutt'i quadrati è quella di uno a tre, e che la proporzione

delle somme di tutte le linee, o sia delle aree del triangolo e del rettangolo, si è quella di uno a due, arrivò finalmente a scoprire l'analogia generale: Che la somma di tutte le potenze dell'ordine n di una quantità continuatamente crescente, è alla somma di altrettante potenze simili, della quantità massima, nella proporzione medesima di 1 ad $n + 1$.

Questo teorema gli aprì poi la strada alla misura di tutte le parabole di un ordine superiore e di tutt'i solidi generati, con farle rivolgere intorno a qualche asse, ed alla determinazione del centro di gravità e delle une e degli altri: ed è pure questo il teorema che include equivalentemente i principj del calcolo differenziale e integrale. Il Cavalieri parlò generalmente del numero n che esprime l'ordine delle potenze. Il Roberval considerò particolarmente il caso che il numero fosse una qualche frazione; e il Wallis vi aggiunse il caso dei numeri negativi. Tutti ampiamente se ne servirono per riquadrare le superficie, e piane e curve, per misurare i solidi, per ritrovare i centri di gravità, per sommare le serie infinite. L'Uddenio e il Fermat vi aveano anche aggiunto il metodo di ritrovare le quantità massime o minime; e il Barow avea in-

segnato a tirare le tangenti delle curve con la delineazione del triangoletto che chiamavasi caratteristico. Sicchè trent'anni dopo il Cavalieri, per l'invenzione intera del calcolo differenziale e integrale, non rimaneva più al Leibnitz che di spiegarlo con la semplicità de' suoi simboli, e si riserbava al Newton di darvi l'ultimo compimento, e di applicarlo ai fenomeni più curiosi della terra, del mare, dell'atmosfera e del cielo.

Il Newton e il Leibnitz, l'Inghilterra e la Germania, si disputarono fervidamente quest'invenzione: nel fervore della contesa non fu neppure nominata l'Italia, nè il Cavalieri: e solamente in Francia il Fontanelle gli rese allora giustizia, chiamandolo il precursore del calcolo differenziale e integrale. Quelle due grandi e potenti nazioni erano ricche abbastanza di tante altre glorie militari, politiche e letterarie per non doversi appropriare ciò che apparteneva veramente ad un'altra. Il primo getto del calcolo era propriamente del Geometra milanese; com'è pure in Milano che tutte le scoperte analitiche di quei tempi e degli altri a noi più vicini, sono state elegantemente descritte da una penna muliebre, legate insieme e ridotte alla maggiore chiarezza

e semplicità. Ed io vorrei che dopo quelle illustri opere meritasse di essere nominata l'applicazione che ne ho fatto al sistema dell'universo. Le circostanze particolari de'tempi hanno fatto che da Milano si cedesse indifferentemente a Bologna la gloria di accogliere il sublime Geometra, e di fornirgli l'ozio letterario ed onorato che richiedevasi per preparare le più brillanti scoperte di tutta la geometria. Ma i tempi e le circostanze fortunatamente sono mutate: le scienze ancora più astruse sono adesso rispettate da quelli che non hanno forza e vigore per coltivarle: l'agricoltura, le arti, il commercio ne sentono tutto il bisogno; e forse non è più tanto lontana l'epoca, in cui, supplite le vicende passate, ed eccitati i posteri coll'esempio, in vicinanza della statua di Ausonio si vedano sorgere i busti del Cavalieri e dell'Agnesi.

APPENDICE

ALL'ELOGIO DI BONAVENTURA CAVALIERI

L'estratto ultimamente pubblicato nel Giornale di Modena dell'Elogio del Cavalieri, e per l'urbanità di alcuni squarci e per la minutezza dell'eccezioni fatte in alcuni altri, e per la facilità di rilevarne le risposte dalla più attenta lettura dell'Elogio medesimo, si sarebbe dovuto lasciare senz'altra replica, se alla pagina undecima non contenesse una specie di sfida letteraria assai curiosa e singolare. *Noi osserviamo* (dicono i signori Giornalisti) *che dal* 1606 *sino al* 1657 *in tutto lo Stato Veneto non ebbero stanza i Gesuiti, uscitine per cagione del famoso Interdetto. Tutte le città adunque di quello stato, sciolte in que'* 50 *anni dal giogo de' Gesuiti, sotto cui le altre giacevano, avran veduto fiorir tra loro felicemente le lettere e le scienze. Ci additi dunque il sig. ab. Frisi gl'ingegnosi filosofi, i profondi matematici, gli eleganti poeti, i facondi oratori che uscirono in quel tempo da quelle province; ci mostri che il lor numero è assai maggiore di quelle delle altre città, nelle quali i Gesuiti contribuirono sistematicamente a fissarne la semplice mediocrità. Questo confronto sarà una prova dimostrativa della sua opinione. Noi la staremo aspettando, e quando egli ce l'offra noi confesseremo volentieri che il sig. ab. Frisi non senza ragione nell'Elogio del Cavalieri ha inserito un' invettiva contro i Gesuiti.*

La singolarità della dimanda e l'aspettativa, che i signori giornalisti dichiarano, della risposta, esige ch' io faccia loro risovvenire primieramente che dopo la partenza de' Gesuiti era restato ancora in Padova il Galileo, ed il Sarpi a Venezia. Il Cannocchiale fu inventato a Venezia tre anni dopo, e il numero delle nuove osservazioni e di quelli che v' intervennero è una sicura prova del fervore di allora nei buoni studi. Il Galileo, come scrive il Viviani, leggeva ordinariamente a Padova con un migliaio di scolari; onde io non so come i signori Giornalisti asseriscano ch' ei non facesse degli allievi. Tra tutti quelli che si trovano citati nelle sue Opere, io nominerò solamente il Sagredo, l' interlocutore dei Dialoghi del Galileo, quello che prima del Newton conobbe l' uso del cannocchiale di riflessione, quello che incominciò a perfezionare il termometro, e che ci lasciò delle precise osservazioni sulla declinazione dell' ago calamitato mentr' era console della repubblica in Aleppo.

Il Sarpi morì nel 1623: ed io lo nomino più volentieri, perchè nel tomo settimo della Storia Letteraria d' Italia quell'uomo enciclopedico e massimo vien ricordato solamente come profondo e ingegnoso filosofo e matematico. Dalle sue opere si può raccogliere facilmente se vi erano in Venezia a quei tempi almeno dei filosofi e degli oratori più che mediocri. Andrea Morosini, celebre storico, Leonardo Mocenigo, Marco Trivigiano, tant' altri celebri patrizi erano suoi allievi. Al nome del Sarpi bisogna unire anche quello dell'Acquapendente che curò le di lui memorande ferite e che, co-

munque avesse da lui le prime idee delle valvule delle vene, ne spiegò tanto bene l' uso e l' uffizio nel suo celebre libro *de Ostiolis sanguinis*, che preparò più prossimamente la scoperta dell' Harvey sulla circolazione del sangue. L' Acquapendente morì professore di Padova nel 1619.

Nel 1611 si stampò a Venezia la famosa Scoperta di Marc' Antonio de Domini, dalmatino, che, scioltosi dai Gesuiti, fu poi Arcivescovo di Spalatro, e morì in Castel S. Angelo nel 1625: e quella scoperta è il fondamento della spiegazione fisica dell' arcobaleno. Nello stess' anno 1611 fu fatto lettore in Padova con un grosso assegnamento il Santorio, che stampò poi nel 1614 la sua celebre Medicina Statica, e che dopo il Galileo può riguardarsi come il principale fondatore della fisica sperimentale. Dopo quel tempo furono anche spiegati dal Castelli, celebre Bresciano, i precetti fondamentali della Scienza delle Acque: fu egli lungamente consultato in Venezia sulla diversione degl' influenti dalla Laguna: gli si seppe buon grado di tutte le sue riflessioni, quantunque la pubblica sicurezza esigesse degli altri provvedimenti. La grand' opera della suddetta diversione e dell' intera difesa della Laguna fu terminata nel tempo stesso che dall' altra parte, divertito il Reno dal Po Grande per consiglio del Gesuita Spernazzati, andavano sempre crescendo i danni della campagna bolognese.

Per prendere l' epoca intera prescrittami dai signori Giornalisti aggiugnerò il nome di Stefano degli Angeli, veneto, che appunto nel 1657 avea già mandato da stampare il suo primo

libro dei Sessanta Problemi geometrici. Vi fece egli succedere in pochi anni altre cinque operette piene di novità e d'ingegno; e in alcune di esse, trattando gl' istessi soggetti del celebre Gregorio di S. Vincenzo, seppe andare tant'oltre, senz' affogare le sue scoperte in tante cose elementari, e senza indirizzarle tutte a trovare la quadratura del circolo. L'errore di Gregorio di S. Vincenzo fu rilevato subito dal Des Cartes e dall' Huygens, ancor giovine. Il Degli Angeli ebbe il merito di essere stato il primo a rilevare la fallacia di quell' argomento del Riccioli, con cui sino a' giorni nostri abbiam veduto sostenere l' ipotesi dell' immobilità della terra e che si è opposto sistematicamente in Italia alle scoperte più feconde e più brillanti del Newton.

Io lascerò qui che i signori Giornalisti ricavino dalle opere del Fontanini, del Foscarini e di Apostolo Zeno i nomi dei letterati veneti che in quel tempo passarono la semplice mediocrità: e siccome in quel tempo la sola Toscana, in cui era passato il Galileo, l' Università di Pisa e l' Accademia privata di Ferdinando II, che divenne poi l' accademia del Cimento, e in cui non erano ammessi i Gesuiti, avea dei nomi da contrappore all'Acquapendente, al Santorio, al Domini, al Castelli, all' Angeli, al Sagredo, ecc., e nessuno a Paolo Sarpi; crederò di avere prodotta la prova dimostrativa da me richiesta di quelle riflessioni che l'ordine e la verità della storia mi ha suggerito scrivendo gli elogi del Galileo, del Cavalieri e del Newton, e aspetterò che i signori Giornalisti mi diano volentieri ragione su quest' articolo. Ma giacchè ho dovuto rispondere

alla mia sfida, accompagnerò con alcune note le pagine dell'Elogio del Cavalieri, e aggiugnerò quanto basta perchè ciascuno lo possa leggere senza cadere negli equivoci istessi de' signori Giornalisti di Modena.

Alla pag. 190, ho seguitato quanto scrisse il Sassi nel cap. VIII, *de Studiis Mediolanensium: Galeatio II id quoque debent studia Mediolanensia, quod in hanc Urbem Petrarcam, ut ex Jovio vidimus, acciverit:* e mi è parso che quantunque il Petrarca fosse stato a Milano altre volte, non vi aveva però fissato la sua dimora che sotto Galeazzo Secondo.

Alla pag. 191, parlandosi degli Autori non molto lontani da quei tempi, non si poteva nominare la storia di Tristano Calchi, qualunque si possa crederne il merito: e parlandosi sempre della Lombardia Settentrionale e dell'Insubria, non si poteva nominare il conte Castiglione di Mantova.

Alla pagina istessa è da notarsi che l'essere stato corto il soggiorno degli architetti tedeschi, fatti venire a Milano per la fabbrica del Duomo, non toglie ch'essi vi siano venuti e che quella maniera di fabbricare fosse affatto straniera all'Italia.

Pag. 193, Lodovico il Moro può riguardarsi come macchiato del sangue del Nipote sul fondamento dello stesso sospetto che accennano i signori Giornalisti.

Pag. 196. L'Alciati, il Giovio, il Majoraggio sono nominati insieme col Cardano, perchè si sono citati gl' Insubri che hanno avuto un articolo nel Dizionario del Bayle: e non si dice di più dell'Alciati, perchè le riflessioni fatte dal Bayle non lasciavano luogo di dir di più.

Pag. 198. Con le Università di Padova e di Pisa non è nominata quella di Bologna, perchè si parlava del fine del secolo sedicesimo, e il Cavalieri, il Guglielmini, il Cassini non fiorirono in Bologna che molto dopo.

Pag. 206. Quanto si cava dalle lettere del Cavalieri, ch' esso nel 1626 fosse già a termine della sua Geometria degl' Indivisibili, non è punto in contraddizione con quanto aggiugnesi alla pag. 214, che il Trattato, stampato in seguito, era già abbozzato, e presentato al Senato di Bologna nel 1629.

Pag. 214. È cavato dalle lettere del Cavalieri e del Galileo che il Cavalieri dimandasse la lettura di Astronomia, vacante ancora dopo la morte del Magini, quantunque esso fosse poi fatto dal Senato lettor primario di matematica.

Pag. 216. La Rota Planetaria del Cavalieri versa propriamente sopra argomenti astronomici, geografici e cronologici: e ciò non può essere smentito dal ritrovarsi casualmente in quel libro le parole di *qualche probabile congettura per le predizioni astrologiche.*

Pag. 226. Quanto si accenna di alcuni libretti, stampati in Roma e in Milano, per provare che la terra sia sferica, non deve riferirsi alle altre ricerche sulla vera figura della terra. Il Clavio poi non si accenna come autore della riforma del Calendario, essendo noto che il progetto era del Lilio, e che il Clavio non ha fatto che difendere tutto il piano della riforma e sino la differenza che vi si è lasciata, tra i noviluni astronomici e civili.

Pag. 227. Non si è citata l'opera dello Scheiner sulle macchie del sole per le ragioni indicate

nell'Elogio del Galileo; e non si è citata l'opera dello stesso autore sull'ottica, perchè in essa lo avea preceduto il Keplero. I Bollandisti, Cornelio a Lapide, il Lessio, ecc., erano tutti nomi stranieri ad un filosofo.

Pag. 234. Dicendosi che il Cavalieri è nato del 1598, ed è morto di 49 anni, si vede che deve leggersi ch'esso sia morto del 1647 e non del 1649. In tutto il resto rileggansi i due Elogi.

Alla pagina istessa è da aggiugnersi che la soluzione data dal Cavalieri al problema del Fermat è quella istessa che i signori Giornalisti di Modena hanno attribuito al celebre ab. Riccati, e che hanno voluto trascrivere nel giornale per contrapporla alla mia. Si deve aggiugnere ancora che nella mia soluzione risulta impossibile il caso, in cui il problema non ammette più soluzione alcuna, come ha fatto vedere ultimamente il chiarissimo sig. ab. Pessuti: e che però la soluzione istessa è rigorosamente generale.

Potrei dire di più che un altro problema sulla massima differenza di certi angoli è stato sciolto dal sig. ab. Riccati alla stessa maniera precisamente e con le stesse analogie geometriche con cui io molto prima ne aveva mandato la soluzione a Bologna. Ma intorno a questi argomenti non occorre ch'io mi diffonda maggiormente. Nel Prodromo che mando adesso da stampare sulle quantità massime, minime ed isoperimetriche ritroveranno gl' intelligenti come io abbia applicato ai problemi geometrici un metodo che non ho mai spacciato per nuovo, e come abbia poi sostituito alle formole del celebre Eulero alcune altre formole che credo veramente nuove, e che servono generalmente per i problemi analitici più astrusi di questo genere.

ELOGIO

DEL CAVALIERE

ISACCO NEWTON.

Qui genus humanum ingenio superavit, et omneis
Præstrinxit stellas, exortus uti æthereus Sol.

Lucr., lib. III.

A SUA ALTEZZA REALE

LA SERENISSIMA PRINCIPESSA

MARIA BEATRICE D'ESTE *

ARCIDUCHESSA D'AUSTRIA, ecc., ecc., ecc.

L'onore che hanno avuto i due Elogi del Galileo e del Cavalieri, di occupare qualcuna di quelle ore preziose che Vostra Altezza Reale divide nei veri studi della più scelta letteratura, mi fa sperare la stessa grazia per quest'altro Elogio del Newton, e mi anima a presentarlo come un attestato umilissimo, ed un pubblico contrassegno degl'intimi miei sentimenti, di ciò che devo allo splendore del trono, ed alle qualità ancora più splendide del suo cuore e del suo spirito. La continuazione delle scoperte di quei due grandi Italiani, le scoperte assai più grandi del Newton, i più alti voli dello spirito umano la interesseranno ancor maggiormente: vi avrà sempre la compiacenza di ritrovare nei sublimi inventori anche gli uomini buoni e virtuosi: e

* *Dedica dell'Autore, premessa alla prima edizione.*

se mai quella parte delle invenzioni che mi è riuscito adesso di sciogliere dall' intreccio delle dimostrazioni e dei calcoli, la invitasse a cercarvi qualche cosa di più, io sono ben persuaso e sicuro che i felici talenti, con cui Vostra Altezza Reale è tanto bene riuscita nello studio di quattro lingue, nel disegno, nella musica, nella danza, nelle belle arti, nelle lettere, in tutto ciò che ha voluto sino ad ora intraprendere, non le lascerebbero nulla d' inaccessibile in tutti gli arcani della filosofia. I talenti, gli studi, le cognizioni, le severe virtù che ha saputo accoppiare alle maniere più eleganti e più nobili, la sua naturale bontà e grandezza d'animo, fanno che implori con maggiore fiducia da Vostra Altezza Reale quella protezione medesima che i suoi Gloriosi Antenati hanno accordato sempre alle lettere, e m'inspirano la profonda venerazione e il rispetto infinito, con cui me le rassegno ossequiosamente, sottoscrivendomi,

Di Vostra Altezza Reale,

Milano, 25 gennajo, 1778.

Umiliss. Divotiss. Obblig. Servitore
PAOLO FRISI.

ELOGIO

DI

ISACCO NEWTON

L'uomo virtuoso, l'uomo sensibile, l' uomo ragionatore che, leggendo e considerando le storie delle antiche nazioni, e trovandovi una lunga serie di vizi, di barbarie e di errori, s'alza molte volte dai libri, sdegnandosi e rattristandosi con la stessa sua specie, per poterne formare un' idea migliore e trovar degli oggetti più consolanti, bisogna che si rivolga alla storia degli uomini di lettere. La sacra luce della virtù non è spuntata che lentamente sulle civili società; non si è diffusa dagl' individui alle società intere che solamente in alcuni climi felici e in qualche secolo privilegiato; ed ha avuto sempre degli oscuri intervalli di frodi, di rapine, di stragi, di atrocità. Da per tutto vi sono state carnificine e carnefici: non vi è parte ancora più piccola del corpo umano, in cui non siasi trovata l'arte di portare i dolori più acuti; non vi è prodotto, non vi è elemento della natura che non si sia variamente

impiegato per rendere l'altrui morte più lenta e la vita più tormentosa. La sensibilità umana freme in vedere che tante volte, ed in tante maniere differenti si sia incrudelito sulle azioni ancora innocenti e indifferenti alla società, ancora sulla leggerezza delle opinioni; e la ragione vede con istupore che le opinioni più assurde siano state così facilmente adottate dagli uomini, e che dalle intere nazioni per tanto tempo si sia così poco ragionato.

Nè solamente la storia delle selvagge popolazioni dell'Asia, dell'Africa e dell'America, ma ancora i fasti delle nazioni più civilizzate di Europa, Tacito e David Hume ci suggeriscono frequentemente queste così patetiche riflessioni. La storia delle Arti, delle Lettere e delle Scienze ci presenta agli occhi un prospetto di cose ben differenti: una classe d'uomini più ingegnosi, curiosi, meditabondi, che hanno impiegato una parte della loro vita studiando le più astruse verità, seguitandone lungamente la serie e applicandole quant'è stato possibile agli usi della società e del commercio. I loro difetti d'ordinario non sono stati che quelli che generalmente accompagnano la debolezza della natura umana; i loro vizi sono stati minori in proporzione almeno delle distra-

zioni che vi portavano i loro studi; e appena si può nominare qualcuno di essi che disgraziatamente si sia lasciato trasportare sino ai confini del pubblico delitto. Il maggior male è stato quello d'essersi qualche volta abbandonati a qualche sistema chimerico, d'avere attribuito troppo a qualche propria invenzione, d'aver portato l'esame delle altrui opinioni qualche volta sino alla satira. Il bene poi che tutti insieme hanno fatto al genere umano, arriva sino alla misura della terra e del cielo, sino alle maggiori navigazioni, al pendolo, al telescopio, alla cupola di san Pietro: e per quella parte dei pubblici mali, senza cui qualche volta non può ottenersi una giusta e necessaria difesa, arriva sino alla composizione della polvere, sino alle regole dell' artiglieria.

Passiamo dal nostro Continente a cercarne qualche esempio nell'isola ch' è stata la gloriosa patria del Newton, prendiamo a considerare la storia di tutto il secolo antecedente alla nascita di quell' uomo maraviglioso. La storia di tutto il secolo non è che una serie di pubbliche turbolenze che portarono agli estremi supplizi delle migliaia d'uomini colpevoli, e che molte volte servirono di pretesto per infierire su gl' innocenti. La constituzione

pubblica di allora ci rappresenta come un infermo lungamente aggravato da crudeli sintomi che si vide caduto come in una specie di letargo sotto due principi pusillanimi, Odoardo Sesto e Giacomo Primo, e che poi arrivò sino al furore, ed al delirio sotto Enrico Ottavo e sotto Maria di lui figlia. Nella persona di Enrico Ottavo si univano quasi tutti quei vizi, di cui la natura umana è capace. Ingiustizia, crudeltà, ostinazione, rapacità, profusione, superstizione, violenza e tirannia, portata sino nella famiglia e sino nel letto matrimoniale. La regina Maria era moglie del re Filippo, e quei soli, ch'essa fece perir nelle fiamme, in tre anni arrivarono a dugentosettantasette. Gli uomini più benemeriti dello stato, i vecchi cadenti, le deboli fanciulle non si sono potute sottrarre alle carnificine del padre, nè della figlia; e l'intera nazione tollerò quei due mostri sino alla morte.

Vi fu un lungo intervallo di vigore e di gloria nel regno dell'immortale Elisabetta. Le belle qualità che brillavano in quella gran principessa, ci fanno volgere naturalmente il pensiero ad una Sovrana ancor più grande che forma adesso la nostra felicità: elevazione di mente, fermezza di carattere, vigilanza a tutti

gli affari, providenza, sapienza, magnanimità. La maestà dell' aspetto e delle maniere, l'accessibilità del trono, la scelta di ottimi ministri, l'ingrandimento del commercio, la protezione delle scienze e delle arti, la coltura delle lettere italiane e latine, l'eleganza di parlare e di scrivere, le aringhe di Tillbury e di Presburgo ci suggeriscono tanti altri capi di analogia tra Elisabetta e Maria Teresa. Ma nè le forze rivolte dal re Filippo sull' Inghilterra possono paragonarsi con quelle che vennero da tante parti dell' Europa a minacciare i primi anni del regno dell' Augusta Maria Teresa; nè la spedizione di Cadice è da paragonarsi con quella di Berlino, nè con le vittorie di Collin e di Hockirken. E poi l'economia, la fierezza, la simulazione, le passioni domestiche di Elisabetta, le tante cospirazioni che furono castigate tanto severamente nei complici, e che diedero tante volte occasione a perseguitare degl' innocenti e sino a spargere il sangue dell' infelice Maria Stuarda, non hanno niente di comune col regno di Maria Teresa, regno caratterizzato dalla clemenza e dalla munificenza, dall'amore de' popoli e dalla sicurezza di veder eternate le glorie della madre nella virtù e nel valore dell'augusto suo figlio.

Il regno di Elisabetta degenerò in quelli di Giacomo Stuardo e di Carlo Primo, e allora parve che dalla Scozia passasse sull' Inghilterra la confusione e il disordine. Le turbolenze civili crebbero allora gradatamente dalla congiura delle polveri sino a vedere decapitato il re Carlo Primo, fuggitivo, ed errante Carlo Secondo, sciolta ogni forma di pubblica costituzione. La serie di tutti i fatti antecedenti e susseguenti al regicidio, la violenza dell'anarchia, il furore del fanatismo; la stravaganza della superstizione, lo stesso linguaggio militare e politico di quel tempo, Fairfax e Cromwell ci presentano agli occhi uno dei più mostruosi gruppi d'istoria. L'uomo virtuoso non può più reggere alla vista di spettri così deformi; e, se anche in mezzo all'oscurità di que'tempi vuol riconoscere la propria specie, bisogna che rivolga lo sguardo alle fabbriche d'Inigo Jones, bisogna che legga il poema, di cui il teatro di Milano suggerì al Milton la prima idea, bisogna che prenda in mano la storia delle lettere e delle scienze.

Era già scossa allora in Inghilterra la notte della scolastica filosofia, la notte lunga e caliginosa, in cui Rogero Bacone fu ritenuto dai Francescani di Oxford nell' oscurità delle car-

ceri, dopo di avere sparso dei bellissimi lumi sull' ottica, dopo di aver fatto conoscere la composizione della polvere, dopo di aver cavato dagli antichi scrittori arabi e greci i primi aiuti che abbisognavano per rettamente filosofare. Francesco Bacone, Visconte di Verulamio, era l' astro brillante, che, incominciando a diradare le tenebre di quella notte, faceva discernere in Inghilterra le ampie e sicure strade da corrersi, e ne lasciava ancora travedere da molte parti la meta. In Italia il Galileo avea fatto molto di più. Egli già correva a gran passi per quelle strade, e senza fermarsi a mostrare, come il Lord Bacon, in lontananza la verità, l'avea di già afferrata da tante parti nei vastissimi campi dell' ottica, dell' astronomia e della meccanica. Nello stesso tempo il Cavalieri avea incominciato a cavare dalla geometria i lumi maggiori e più necessari per esplorare la natura più da vicino e negl' intimi suoi segreti. In Inghilterra, appena avutasi la notizia della nuova Geometria d'Italia, del nuovo metodo degl' indivisibili, il Wallis lo applicò felicemente all' aritmetica degl' infiniti, calcolò le continue degradazioni dei numeri, presentò la quadratura del circolo sotto un nuovo punto di vista, ed assegnò le

prime condizioni di quei problemi che dipendono dalla precisa misura di qualche curva.

Dopo le prime scoperte del Galileo e del Cavalieri fu per le scienze una combinazione ben fortunata che gli uomini scienziati da tante parti cospirassero insieme a promovere la geometria, l'aritmetica e l'algebra. Quest'erano come le chiavi maestre, senza di cui non si sarebbero mai sciffrati gli enigmi della natura; e quest'era innanzi al Newton la principale occupazione dei migliori ingegni dell'Inghilterra e della Scozia, di quelli che nel silenzio delle loro biblioteche si volevano allora sottrarre allo strepito delle pubbliche dissensioni. Quei primi Teoremi del Wallis furono applicati da Guglielmo Neil e dal Cavaliere Wrenn a due singolari specie di curve. Il Lord Brouncker insegnò il calcolo di certe frazioni di numeri che si chiamano propriamente continue; e il Baron Neper abbreviò le prime operazioni dell'aritmetica coll'invenzione dei logaritmi. Tommaso Harriot, e dopo di lui Guglielmo Ougthred, quello che morì poi per un trasporto di gioia nel sentire il ritorno del Re Carlo Secondo, accrebbero in Inghilterra ciò che Francesco Vieta aveva aggiunto all'algebra in Francia; e il maestro del Newton,

Isacco Barrow, si avanzò ancora di più verso il calcolo delle quantità infinitesime. Questi, ed alcuni altri uomini di lettere, sostennero in quei tempi calamitosi la gloria principale della nazione: essi ci prepararono con le astratte loro speculazioni tant'altre scoperte fisiche, meccaniche, geografiche ed astronomiche; e il male che fecero tutti insieme, si riduce ad un cattivo libro del Milton contro i diritti regi, alla poca giustizia che rese l'Harvey agl' Italiani sulla scoperta della circolazione del sangue, all' animosità del Wallis nell'attaccare le invenzioni del Vieta per dare un risalto maggiore a quelle dell'Harriot.

Nella maggiore confusione delle cose, poco dopo il macello d'Irlanda, quando per tutta la Bretagna incominciava a risuonare il nome di Cromwell, e lo strepito della guerra civile, apparve in Inghilterra quell' uomo che all'infelicità de' tempi dovea portare il solo compenso che vi restava, la gloria e la felicità letteraria. Isacco Newton nacque a Volstrope, nella provincia di Lincoln, ai 4 di gennaio del 1643. Si unirono in lui tutte le circostanze più favorevoli al maggiore ingrandimento delle scienze: fervore d'immaginazione, superiorità d'ingegno, tolleranza della fatica,

robustezza di temperamento, diuturnita di vita, severità di virtù, sino una certa insensibilità per le passioni più comuni degli altri uomini, sino l'eventualità di quei doni della fortuna, che, quantunque non accrescano il merito personale, influiscono però molto sulle volgari opinioni e lo fanno maggiormente distinguere. Egli era di una famiglia delle più nobili e piu antiche del regno, originaria di New Town nella provincia di Lancastro, e che già da dugent'anni possedeva la signoria di Volstrope. Vi fu un' altra combinazione anche più singolare che nella storia letteraria non sarà mai ricordata e celebrata abbastanza. Il Galileo fu lungamente perseguitato: il Cavalieri, il Cassini, il Grandi non ebbero obbligazione alcuna alla patria; tant'altri illustri Italiani vissero nella mediocrità, e non furono onorati generalmente che in morte. Il Newton fu conosciuto ed onorato da tutta la sua nazione sino dalla prima gioventù: fu sollecitamente promosso a degl' impieghi che lo fecero vivere nella ricchezza: ebbe tutta la tranquillità letteraria, tutti i suffragi privati e pubblici sino alla morte. Tutti quegli onori ritornano adesso sulla nazione. I suoi fasti militari e politici non la sollevano sul livello ordinario delle altre:

le scoperte del Newton decidono dell'assoluta superiorità. Le storie dell'armata invincibile, delle fondazioni di America, di tant' altre spedizioni marittime e terrestri si leggono come una parte della comune erudizione; le opere del Newton si studiano profondamente e si ammirano. La gloria di quelle imprese è tinta di tanto sangue, ed oscurata da tant' altre particolarità disgraziate: la gloria letteraria è interamente libera e pura.

I funesti talenti di turbare e di opprimere le nazioni incominciano d'ordinario a svilupparsi assai tardi: si fanno presto conoscere i talenti pacifici d'istruire e d'esser utile agli altri. Maometto e Cromwell sino all'età di quarant'anni non furono che uomini volgari: Galileo e Newton spiegarono una superiorità straordinaria d'ingegno sino dalla più tenera gioventù. Il Newton di dodici anni, mandato al Collegio di Grantham, e richiamato pochi anni dopo dalla vedova madre, acciò incominciasse ad informarsi degli affari domestici, si mostrò tanto applicato allo studio e tanto alieno dagli altri oggetti, che convenne poi restituirlo al collegio di Grantham, e di là farlo passare nell' Università di Cambridge all' età di anni diciotto, e così abbandonarlo al felice destino

delle scienze. Ma il dialetto accademico di quei tempi, le questioni scolastiche, la volgare e minuta erudizione, gli altri studi elementari non eran quelli in cui egli si potesse occupare. Anzi da che aveva incominciato ad immergersi negli studi maggiori, sdegnando le occupazioni più piccole delle scuole, lasciava che i suoi colleghi nelle concorrenze ordinarie avessero sopra di lui il vantaggio di un' apparente superiorità; e quando si dovette egli esporre ai pubblici esperimenti, vi volle tutta l'autorità del Barrow per indurre gli altri esaminatori a conferirgli i gradi di bacelliere e di maestro delle arti. Il Barrow erasi anch' egli già ritrovato nel medesimo caso di restare nella prima carriera come addietro di quelli che ha poi tanto sopravanzato negli altri studi più interessanti e più sublimi. Tanto la piccol'arte di recitare, imitare, ripetere è diversa dai maggiori talenti del ragionamento e dell' invenzione.

La Geometria del Des Cartes e l'Ottica del Keplero furono le prime opere che fissarono l'attenzione del giovine Isacco. I libri di Euclide, che gli furono dati da leggere in Cambridge, non l'occuparono che di volo: quelli ch'esigono comunemente tutta l' applicazione

de' principianti e che qualche volta ancora la eccedono. Gli bastò di aver dato un'occhiata alle definizioni, agli assiomi, alla semplice esposizione delle proposizioni, per supplire da sè solo alla serie delle dimostrazioni, e legare i teoremi susseguenti cogli antecedenti, e i primi col senso delle definizioni e degli assiomi. Egli poi si doleva d'essersi immerso nell' algebra troppo presto, e prima di avere più profondamente studiate le dottrine di Euclide, e degli altri geometri antichi, Apollonio, Diofanto, Pappo, Archimede. E certamente questi esser devono i primi maestri, questa la prima scuola di chiunque vuole impegnarsi nella vasta carriera delle scienze matematiche e fisiche. Le loro scoperte devono essere le prime a sapersi, e, più delle scoperte istesse, bisogna conoscere il metodo, con cui vi sono arrivati, il metodo della semplice composizione, ch'essi chiamavano sintesi, e ch'era di passare direttamente dalle verità già note alle incognite. Ci sono adesso più famigliari i metodi della risoluzione e dell'analisi; quelli in cui si trattano indifferentemente le quantità cognite e incognite, si svolgono, si trasformano insino a tanto che da certi rapporti generali si raccoglie il valore delle quantità

ricercate. Quantunque però con tali artifizi, con tutti i moderni calcoli ci siamo adesso avanzati di un immenso intervallo oltre gli antichi confini della geometria, importa sempre moltissimo di seguitare in qualunque studio, in tutte le materie scientifiche ed erudite, lo stesso spirito sintetico, la precisione, l'eleganza, la semplicità degli antichi, e la severa loro maniera di ragionare.

Il Newton non tardò molto a compensare la rapidità dei primi suoi studi. Tornò presto a rivolgersi sui geometri antichi, incominciò a gustare anche quelli che ne seguivano allora le tracce, lo Sluse, l'Huygens, il Barrow suo maestro; conobbe le opere del Galileo e del Cavalieri; si accostumò tanto a quella maniera di ragionare che non si servì mai dell'analisi, se non per avere qualche indirizzo nella ricerca delle più astruse verità; e, quando l'ebbe ritrovate una volta, cercò di spargervi tutta la luce, in cui poteva collocarle la sintesi. Anzi negl'istessi suoi calcoli seppe portare una certa eleganza sua propria che li fa maggiormente distinguere, e che li rende insieme più semplici e più istruttivi. Seppe riunire insieme tutti i talenti dell'invenzione, della dimostrazione e del calcolo; e il talento originario del-

l'invenzione si spiegò subito in quei primi studi analitici che in progresso di tempo gli parvero prematuri. Egli era già inventore nell'algebra all'età di ventidue anni: due anni dopo avea gettato i fondamenti di tutte le sue scoperte sulla teoria della luce e dei colori; ed avea veduto come il primo lampo di quelle altre che fece dieci anni dopo nell' astronomia e nella fisica. La storia letteraria non ha un esempio d'altre scoperte che si siano fatte in tanto numero e così presto. Ne abbiamo un simbolo nella luce medesima che si slancia in pochi minuti dal sole sino alle regioni estreme dei pianeti e dalle comete.

Gli astratti e i sommi rapporti di tutte le quantità, le più sottili invenzioni dello spirito umano, per la stessa loro sottigliezza meritano di essere almeno indicate a quelli che non possono riconoscerle per ogni parte. Nel primo esame delle regole ritrovate dal Wallis per riquadrare lo spazio compreso da qualsivoglia curva, si accorse il Newton che in moltissimi casi non era possibile di applicarle a misurare lo spazio esattamente. Restava allora il solo compenso di approssimarsi all' esatta misura oltre qualunque limite, e quanto bastava per qualsivoglia caso che si potesse giammai pro-

porre. Mentre ne ricercava la maniera trovò quel famoso Teorema, che chiamasi del Binomio, quella formola generale, con cui si esprimono i prodotti successivi di due quantità moltiplicate qualunque numero di volte in sè stesse, e con cui reciprocamente si può passare dagl'interi prodotti alle quantità che vi si moltiplicano insieme. Quello è il teorema che impegna tutto il fervore de' giovani algebristi per ben intendere donde si cavi e come si abbia da applicare; è il ripiego più famigliare agli esercitati calcolatori quando vogliono portare l'estrazione delle radici oltre il limite di qualunque minuzia; e quel teorema che basterebbe per dare un nome a qualunque consumato algebrista, fu ritrovato dal Newton nell'età appunto di anni ventidue.

Egli era d'ingegno troppo vasto per limitarsi ad un genere solo di studi. Dalle più astratte ricerche volgendosi sino d'allora alla fabbrica dei cannocchiali, e cercando la maniera di correggerne le imperfezioni, diede principio in Cambridge alle sperienze delle lenti e dei prismi. La peste, sopravvenuta nel 1666, l'obbligò a ritirarsi da Cambridge alla campagna; e l'ozio della vita campestre contribuì alla più tranquilla continuazione e delle spe-

rienze e dei calcoli. Il Teorema del Binomio, e la serie degl' infiniti termini, trovata da lui poco dopo per dividere una quantità per due altre, fu applicata alla misura di qualunque arco curvilineo, dello spazio rinchiuso, e della capacità dei solidi generati dalla rivoluzione di qualsivoglia curva intorno ad un asse determinato; e come per passatempo ne portò egli le applicazioni speciali ad un numero così grande di cifre, che vergognavasi quasi di dire. Le sperienze delle lenti e dei prismi furono da lui continuate tanto ingegnosamente e con tante differenti combinazioni, staccando i raggi, riunendoli, piegandoli, riflettendoli, sino che arrivò a ben discernere l' intima tessitura della luce e dei corpi colorati. Così le pubbliche calamità della peste e dell' incendio di Londra si combinarono in quell'anno coi maggiori progressi dell' algebra e con la rinovazione di tutta l' ottica. E fu ancora in quel tempo che un frutto casualmente caduto da un albero nella solitudine del suo giardino cominciò a fargli pensare se quella segreta forza di gravità che dalle viscere della terra si stende sino alla cima degli alberi e delle montagne, non si potesse anche stendere con una certa degradazione sino alla luna, piegarla continuatamente

dal corso rettilineo, e mantenerla tra i limiti di certe distanze dal centro: idea semplice e grande che poi lo condusse al calcolo delle irregolarità della luna, ed alla teoria fisica dell'universo.

Ma il Newton era ancora più grande delle sue proprie invenzioni. Egli non riguardava il Teorema del Binomio e gli altri suoi segreti geometrici e algebrici che come corollari assai ovvj di ciò che si sapeva anche prima. Diceva di aspettare un'età più matura per scrivere: non sentiva l'importanza e il valore delle cose che avea già scritto; e, tenendole presso di sè, le sottraeva ancora ai suffragi degli altri algebristi e geometri del suo tempo. Il Barrow, suo maestro, e il Pemberton, con cui vivea famigliarmente, erano i soli depositari dei suoi segreti. Una casualità letteraria fece che il maestro e l'amico li svelassero ai principali matematici del regno, e allora il Newton ebbe per tutto il regno la celebrità e la stima che meritava. Niccolò Kaùffman, conosciuto sotto il nome di Mercatòr, era venuto dall'Holstein a stabilirsi in Inghilterra, e l'anno 1668 avea pubblicato un libro ingegnoso e profondo, col titolo di Logaritmotecnia. La progressione dei numeri ivi esposta per misurare lo spazio rin-

chiuso da una curva iperbolica eccitò particolarmente la curiosità degli algebristi. Il Newton avea già ritrovata la stessa serie: ne avea fatto una speciale applicazione all' iperbola; e l'avea anche estesa alla quadratura del circolo e di altre curve. Ciò non ostante leggendo il libro del Mercator credette d'essere stato da lui prevenuto nell' invenzione; anzi s' immaginò ch' esso fosse andato più avanti e che conoscesse già tutto il resto di quel segreto. Il Barrow avea presso di sè il manoscritto del suo giovine allievo, e allora stimò necessario di mandarlo a Londra da leggere.

L' Inghilterra erasi allora sottratta all' anarchia, e incominciava ad avere un poco di riposo dalle turbolenze estere e interne. Carlo Secondo avea accordato qualche favore alle lettere. Vi erano già i principj della Società Reale di Londra. Quel manoscritto passò sotto agli occhi del Collins, di Giacomo Gregory e del Visconte di Brouncker. Gregory, Collins, Pemberton, Barrow decisero dell'anteriorità e della superiorità delle scoperte del Newton: i loro suffragi bastarono a rivolgere verso di lui l' entusiasmo che la nazione incominciava ad aver per le scienze: all'età di ventisei anni lo fecero riguardare generalmente come un

uomo di un ordine superiore. Lo stesso Kauffman, senza dar luogo ad alcuna gelosia, gli rese tutti i maggiori onori, e si strinse in amicizia con lui. Anzi alcuni anni dopo, pubblicando la spiegazione di quel curioso fenomeno che non era stato bastantemente spiegato dal Galileo, di quella titubazione, o sia librazione della luna, che si fa da levante a ponente, e per cui succede che nel corso di un mese si scopra qualche cosa di più da una parte del disco e altrettanto di meno dall' altra, lasciò al Newton tutta la gloria di averne ritrovata la ragione nelle disuguaglianze che ha il moto periodico della luna intorno alla terra, e che non sono comuni alla rotazione uniforme della luna intorno a sè stessa. Non si possono abbastanza lodare questi nobili esempi che s' incontrano tanto spesso nella storia degli uomini di lettere. Il Barrow fece ancora di più. L'anno 1669, dopo di avere pubblicate le sue Lezioni Geometriche ed Ottiche, rinunziò al suo allievo la cattedra di matematica nell'Università di Cambridge, e così lo impegnò pubblicamente a continuare lo stesso genere di ricerche, ad applicare l'algebra all'ottica, e ad unirvi tutta la sagacità della fisica sperimentale. Le scoperte si moltiplicarono allora

rapidamente, e, insegnandosi subito dalla cattedra, circolarono in Inghilterra per le bocche di tutti. L'estratto che, l'anno 1671, ne fu inserito nelle Transazioni Filosofiche di Londra, finì di pubblicarle anche agli esteri.

Tra i lumi di questo secolo, tra tutte le cognizioni che nelle società più colte di Europa si esigono adesso da ogni uomo colto ed istrutto, non è permesso d'ignorare le sperienze de' prismi e i fenomeni della luce settemplice. Le altre scoperte fisiche del Newton, le leggi generali della gravità, i sommi capi della teoria dell'universo, devono entrare adesso nel piano di una compita e nobile educazione. Alle prime nozioni della Geografia e della Sfera è troppo necessario di unire qualche cognizione maggiore del nostro globo, degli elementi che lo compongono, delle forze che lo collegano al sole, alla luna e agli altri pianeti: i principj della geometria devono unirsi a quelli del disegno, e devono nello stesso tempo servire per una instituzione di logica; nello studio delle lingue non hanno da dimenticarsi i caratteri, i segni, i primi dialetti dell'algebra; e negli altri studi dell'erudizione, delle antichità e della storia si devono comprendere ancora le scoperte più

grandi, e i progressi dello spirito umano. Le scoperte del Newton tengono un luogo principale tra tutte le altre: i risultamenti si devono sapere anche senza seguitare il dettaglio delle dimostrazioni e dei calcoli; e ad essi si ha da ridurre la gloria principale dell'inventore. L'elogio del Newton non ha da consistere nelle sterili lodi, ma nell'analisi instruttiva delle opere, e di ciò che ha fatto nell'ottica, nell'algebra e nella fisica: debb'essere una continuazione di quelli del Galileo, e del Cavalieri.

Già sino dai tempi di Seneca e di Aristotile s'era osservato che un raggio di luce, passando attraverso di un vetro triangolare, veniva a color..si diversamente. Nei tempi a noi più vicini il Grimaldi, senza maggiormente occuparsi nè della figura, nè del numero, nè della qualità dei colori, credette che per renderne ragione, bastasse ricorrere ad una irregolare dispersione, e ad un certo sparpagliamento di tutti i corpicelli della luce che passano dall'una all'altra faccia del prisma. Il fenomeno comparve più grande agli occhi del Newton. Sin quando incominciò egli a pensare se vi era modo di toglier l'iride, che si forma nel lembo dei cannocchiali ordinari, e

di dare agli oggetti lontani una maggiore chiarezza e distinzione, si accorse che prima di ogni altro tentativo bisognava studiare di più la natura della luce, e che bisognava studiarla nelle lenti istesse e nei prismi. Li presentò adunque in tutti gli aspetti alla luce, li combinò insieme in tutte le maniere differenti, ne osservò tutti i fenomeni, e quelli che si andavano successivamente variando, e quelli che rimanevano costantemente i medesimi. E in ciò con la sua naturale destrezza e sagacità concorse ancora una specie di fortuna letteraria; o più tosto alla gloria dell'osservatore ed ai progressi dell'ottica servì fortunatamente l'abilità degli artefici inglesi, ch'erano arrivati a depurare le paste dei vetri, ed a formarne delle lenti e dei prismi senza vene, e con le esteriori facce ben lisce. Sarebbero forse mancate quelle scoperte se, vivendo egli in Italia, oppure in Francia, avesse avuto per le mani dei prismi di Venezia, o di Parigi che per le interne irregolarità non presentano un passaggio uniforme alla luce. Adesso importa di sapere cosa egli ha fatto coi prismi d'Inghilterra.

Da un foro circolare fece passare in una camera oscura un raggio sottilissimo di luce

che andava a dipingere nella parete opposta un'immagine lucida e circolare. In seguito fece che il raggio, prima di cadere sulla muraglia, passasse attraverso di un prisma, ed osservò che l'immagine si mutava di luogo e di figura, diventando più oblunga, e spiegandosi in sette strisce diversamente colorate. L'ordine dei colori era il rosso, e poi l'aurino, o il ranciato, indi il giallo, il verde, l'azzurro, e finalmente l'indaco e il violato. Tra i confini di un colore, e dell'altro si distinguevano veramente delle altre degradazioni di colori, degli altri colori intermedj, più o meno carichi. Ma le differenti classi dei colori erano sette. Un più leggiero osservatore si sarebbe divertito con la vivacità delle tinte, con cui la natura si mostra tanto superiore a tutte le composizioni dell'arte. Un filosofo meno profondo si sarebbe accontentato del primo colpo d'occhio per dire che i raggi del sole, passando attraverso di un prisma, e rompendosi variamente, si dividevano in sette colori differenti. Vi voleva molto di più per sapere se questa fosse l'ultima risoluzione delle particelle della luce, se ciascuno di quei colori fosse permanente e immutabile, se non vi fosse veramente alcun

modo di ricavarne qualche altro colore secondario.

Il Filosofo inglese, non pensò tanto a moltiplicare gli esperimenti, quanto a scegliere quelli ch'erano i più precisi e decisivi. Fece cadere l'immagine colorata sopra una tavoletta, da cui per un piccolo foro poteva passar oltre qualcuno dei sette raggi, staccato da tutti gli altri. Vi fece prima passare il rosso, e dietro alla tavoletta rompendolo con altri prismi ritrovò che restava invariabilmente rosso. Alla stessa maniera passò come in revista gli altri sei raggi l'un dopo l'altro, e ciascuno di essi, dopo tutte le prove, mantenne un colore invariabile: e così con un solo esperimento restò decisa l'invariabilità naturale di tutti. Il Des Cartes erasi figurato che la diversità dei colori dipendesse dai differenti moti di rotazione dei corpicelli di luce che passano dal prisma all'occhio: il Malebranche, e molti altri, vi avevano sostituite le ipotesi delle diverse modificazioni della luce, e delle diverse mescolanze della luce e delle ombre. Tutte queste non erano che immaginazioni ed ipotesi. Il Newton dissipò le ipotesi col fatto, mostrò che ciascun raggio di luce è intimamente tessuto di sette

altri diversi raggi, diversamente ed invariabilmente colorati.

Alle prove del passaggio nei prismi aggiunse anche quelle della riflessione de' raggi da indifferenti altri corpi. Vide che tutti i corpi, qualunque sia il colore, di cui compariscono tinti nella luce comune del sole, compariscono tutti rossi quando vi si fa cader sopra un raggio rosso separato dal prisma e staccato dagli altri sei; e così pure tutti i corpi compariscono verdi nel raggio verde, e nel violato violati. Si compiacque egli a principio di vedersi come arbitro del colore dei corpi, e di potere a suo modo cambiar le tinte dei fiori, delle piume e del viso. Ma come non sapeva fermarsi sulle prime apparenze senza esaminare più particolarmente i fenomeni, e passare ai principj più generali, incominciò a considerare le differenze che si avevano, facendo cadere il solo raggio rosso sul minio e sull'oltremare. Osservò che l'uno e l'altro apparivano di color rosso, il minio di un rosso assai più risplendente e più vivido, l'oltremare di un rosso languido e indebolito. Per lo contrario, facendo cadere il raggio azzurro sull'oltremare e sul minio, l'oltremare appariva di un az-

zurro vivissimo in confronto di quello del minio. Sottoposti alla stessa prova degli altri corpi, tutti comparvero più distinti, e più vividi in quel colore, da cui si vedono rinvestiti naturalmente dal sole.

Da ciò conobbe che un corpo comparisce rosso nella luce comune del sole, perchè, quantunque rifletta in qualche maniera gli altri sei raggi, riflette però il raggio rosso più vivamente al nostr'occhio, e che un altro corpo comparisce azzurro, o violato perchè riflette il raggio azzurro, o violato a preferenza di tutti gli altri. Ciò vedevasi ancora nell'immagine istessa del prisma solamente con accostare una carta bianca più ad un raggio colorato che agli altri. La carta compariva di quel colore che vi si rifletteva più fortemente; nè si poteva veder bianca se non quanto, accostandosi a tutti i raggi egualmente, arrivava a rifletterli tutti insieme: e in quest'ultimo caso spariva di nuovo il bianco, intercettando qualcuno dei sette raggi, e restava sulla carta un colore composto da tutti gli altri che vi cadevano. Così pure, lasciando cadere tutta l'immagine colorata sopra una lente, compariva il color bianco oltre di essa dove i raggi restavano più vicini e stretti in-

sieme tra loro; e lasciandovi cader sopra quattro, cinque, o sei raggi colorati, il colore nel foco restava come di mezzo tra tutti quelli che venivano insieme a comporlo. La verità è sempre la stessa, qualunque sia il punto di vista da cui si osserva. Le sperienze delle lenti e dei prismi in una maniera differente davano egualmente a conoscere, che il color bianco è un risultamento della composizione e della più copiosa riflessione di tutti i sette colori separati.

La maggiore facilità di appiccare il fuoco ai corpi neri, che ai bianchi, era un' antica prova che i primi assorbiscono tanto copiosamente la luce quanto i secondi la ripercuotono. Leonardo da Vinci avea già detto che il bianco era un' unione di colori; e ne avea cavato l'idea da un esperimento assai semplice, che un globo, dipinto a vari colori, comparisce di un colore biancastro, quando si faccia girare tanto rapidamente all'intorno; che le impressioni di tutti i colori si compongano insieme nell' occhio. Il Newton arrivò a formare un colore bianchissimo mescolando insieme diverse polveri colorate: numerò i colori primigeni che formano la bianchezza della luce solare; misurò l'estensione, e la

forza di ciascun colore, e da tutti i rapporti si accorse che nelle lunghezze degli spazi occupati dai sette colori del prisma vi era la stessa proporzione che trovasi tra le lunghezze delle corde dei sette differenti tuoni di musica. Il Gesuita Castelli si lasciò sedurre dalla singolarità dei rapporti medesimi, sino a fondarvi sopra il progetto di un cembalo oculare, e ad immaginarsi che vi fosse un gamma ottico, come vi è un gamma musicale. Vari altri autori cavarono delle altre idee dalla casualità di questa analogia: e le idee svanirono poi coll'esame di tutte le differenze che passano tra i suoni e tra i colori. Ma dove gli altri portarono la semplice immaginazione, il Newton non portò che la fisica e la geometria. Data la quantità dei colori componenti, egli c'insegnò la maniera di ritrovare a qual di essi dovesse di più accostarsi il colore composto, e seppe ridurre il Problema Ottico a quell' altro Problema Meccanico, in cui, dati diversi pesi, si ricerca intorno a qual punto tutti insieme si possano equilibrare.

La fisica dei colori, comunque fosse così spiegata ed illustrata, sarebbe però comparsa assai mancante senza un altro genere

di ricerche. Posto che il raggio purissimo del sole sia come tessuto di sette raggi diversamente colorati, posto che riflettendosi tutti insieme i sette raggi risulti il color bianco, e riflettendosi in minor copia, e meno ordinatamente, risulti il nero, posto che, riflettendosi gli uni a preferenza degli altri, il colore composto si accosti a quello ch' è più copiosamente ripercosso; restava ancora da dimandarsi perchè un corpo rifletta più copiosamente il raggio violato che il rosso, o il verde più tosto che l'azzurro; o perchè, riflettendoli tutti insieme senza distinzione alcuna, apparisca bianco, o, riflettendone più pochi, e irregolarmente, apparisca nero. Il Newton soddisfece al quesito con le più delicate e ingegnose sperienze degli anni susseguenti. Incominciò a spiar quest'arcano nelle operazioni più semplici della natura, in quei piccoli giuochi, in cui scherzano qualche volta i fanciulli, in quelle bolle, o gallozzole che si formano soffiando leggermente nell'acqua mescolata insieme col sapone; e quando i suoi domestici di Cambridge pensavano che si perdesse in quei giocolini tutta la serietà del filosofo, egli vi trovava le finezze maggiori della filosofia. Osservò che mentre la bolla,

appoggiata sopra di un piano, si andava successivamente assottigliando per la discesa continua dell'acqua delle parti superiori alle inferiori, si andava ancora spargendo di vari colori e di vari anelletti colorati intorno alla cima, chiusi gli uni negli altri, che ordinatamente si succedevano, e si allargavano insino a tanto che, rompendosi la bolla, spariva il fenomeno dagli occhi.

Quest'era un indizio sicuro che la riflessione dell'uno, o dell'altro colore dipendeva dalla diversa grossezza del velo d'acqua, che, assottigliandosi continuamente, e sempre più in cima che in fondo, andava ancora variando continuamente di colore. Ma la rapidità istessa delle variazioni non permetteva di rapportare ciascun colore alla diversa grossezza di quel velo. Per farne un confronto più preciso sarebbe abbisognato di fermare la discesa dell'acqua, rendere immobile la bolla, maneggiarla, rivolgerla, misurarla. Quel grande sperimentatore ritrovò la maniera di vincere tutta la difficoltà dell'esperimento. Prese una lastra di vetro piana dalle due parti, e la pose sopra di un'altra lastra alquanto rilevata, e convessa, in modo che, toccandola leggermente nel mezzo, e staccandosi da essa all'intorno,

restassero tra l' una e l'altra degli anelletti d'aria sempre più grossi nelle maggiori distanze dal luogo del contatto. Pose in faccia al sole le lastre così combaciate, e, guardandole per dissopra, osservò che, dov'esse toccavansi, passando i raggi più oltre liberamente, compariva una macchietta nera, e che intorno ad essa i raggi ripercossi dalle diverse grossezze d'aria frapposte alle due lastre presentavano agli occhi degli anelletti diversamente colorati, l'uno azzurro, l'altro gialliccio, un altro violato, ecc. Guardando le lastre per disotto, e attraverso, si presentava un altr'ordine di colori posti al contrario: al nero del centro corrispondeva inferiormente il bianco, all'azzurro un rosso gialliccio; e così la sola differente grossezza delle laminette d'aria contribuiva a riflettere, o pure a trasmettere un raggio colorato più copiosamente di un altro.

Per distinguere meglio i colori corrispondenti alle più grosse ed alle più sottili laminette, e per avere sott'occhio la graduazione degli uni e delle altre, collocò successivamente le due lastre di vetro nei colori separati del prisma, cosicchè tutti gli anelli comparissero di quel solo colore che vi arri-

vava; e misurando in ciascun caso la larghezza dell'anello più vicino al contatto, trovò che più di tutti era ristretto l'anello del colore violato, un po' più larghetto quell'indaco, più ancora quello dell'azzurro, e così successivamente sino al rosso, nel qual colore l'anello superava tutti gli altri in larghezza. Nè trovò egli una differente proporzione tra gli anelli colorati, quando, in vece dell'aria, pose dell'acqua tra le due lastre. La sola differenza era che tutt'i colori riuscivano meno vivi, e che gli anelli, formati da ciascuno di essi, erano più ristretti nell'acqua che nell'aria. Non so se mai si sia fatto nulla di più preciso in tutta la fisica sperimentale. Ma certamente in questa parte di fisica non si è fatto nulla di più dai tempi di Newton sino a noi: o più tosto da alcuni si è tentato adesso di oscurare la fisica, perdendo di vista le prime e fondamentali sperienze del Newton, ed andando a cercare nella diversa quantità del flogisto la cagione del diverso colore dei corpi.

Non volle egli lasciare quel genere d'esperienze prima di avere portato l'occhio sin dentro le piccole laminette, e nei minimi elementi dei corpi colorati. Collocò le sue la-

stre nella luce comune del sole, osservò attentamente tutti gli anelli colorati che si formavano intorno alla macchietta nera del centro; e poichè tra due anelli colorati e vicini vedeva sempre degli altri anelli più oscuri, misurò la precisa grossezza della laminetta d'aria, e dove per una più forte riflessione gli anelli comparivano vivi e colorati, e dove, trasmettendosi più copiosamente la luce, comparivano oscuri gli anelli. Trovò che la grossezza dell'aria, compresa tra le due lastre, dove il primo anelletto vedevasi più rilucente, era di un cento settantotto millesimo del pollice inglese; ch'era tre volte maggiore la grossezza dell'aria corrispondente al secondo anelletto, cinque volte maggiore quella del terzo, e che così, incominciando da quella piccola frazione di un pollice, le successive grossezze delle laminette d'aria corrispondenti agli anelli colorati seguivano la progressione dei numeri dispari, 1, 3, 5, 7. Negli altri anelli più oscuri, interposti a ciascun colore, le grossezze corrispondenti dell'aria, incominciando dal centro, erano come i numeri pari, 2, 4, 6. La singolarità delle due progressioni, l'alternativa di trovare che riflettevasi più copiosamente la luce, aumentando di un

numero dispari di volte la grossezza delle laminette d'aria, e che, aumentandola di un numero pari, si aveva un passaggio più libero, e l'anello compariva al di sopra più oscuro, tutte le particolarità del fenomeno gli fecero sospettare che la luce agisse come il calore sui corpi, eccitando delle piccole vibrazioni, in cui tutte le particelle andassero e ritornassero alternativamente. E così egli s'immaginò che la luce, seguitando il suo cammino nei corpi diafani, e nella prima particella di essi incontrando la direzione medesima del moto, passasse più liberamente, e nella seconda poi, incontrando una direzione contraria, incominciasse a riflettersi, e trovasse così un passaggio più libero nella terza e nella quinta, che nella quarta e nella sesta, e così successivamente.

Non si poteva interrompere il filo delle scoperte. La semplice esposizione di tante cose, tanto nuove e tanto importanti, l'analisi della luce, l'intima tessitura dei colori del sole, la cagione immediata dei diversi colori dei corpi, l'alternativa della più o meno facile riflessione, forma l'Elogio più maestoso e istruttivo del Newton. Ma questo non è ancora tutto l'elogio: non è questa che la fisica

della luce. La parte matematica del Problema esigeva delle altre ricerche ancora più ingegnose e più sottili. Bisognava seguitare coll'occhio le minime particelle della luce, e vedere come, passando da un corpo all'altro, deviassero dalla prima direzione, e da qual parte si ripiegassero. Intorno a ciò non si conoscevano allora che alcuni fenomeni più generali. Si sapeva già che la luce, passando obliquamente da un corpo diafano all'altro, deviava dalla sua prima direzione, piegandosi verso il centro del secondo, s'esso era più denso del primo, e che, al contrario, si scostava di più verso il margine se il secondo corpo era in vece più raro. Si sapeva che per questa ragione una verga, o una tavola posta in parte nell'aria, ed in parte nell'acqua, compariva come spezzata nel mezzo; che tutti i punti fissati con l'occhio nel fondo di qualche vasca mutavano luogo, riempiendo la vasca d'acqua; che tutti gli oggetti traguardati con un vetro triangolare comparivano o più alti, o più bassi. Questa deviazione della luce, che propriamente chiamasi refrazione, era già conosciuta dagli astronomi antichi: ne avevano essi fatt'uso nel misurare l'altezza dei corpi celesti sull'orizzonte, e ne' tempi a

noi più vicini ne avevano fatt'uso i filosofi per intendere come i raggi, torcendosi ne'tre differenti umori dell'occhio, arrivino a dipingere sulla retina l'immagine degli oggetti e vicini e lontani, i contorni di essi, le più piccole variazioni, sino a portarne l'azione in quelle fibre delicatissime, che sono l'organo più prossimo della vista. Anzi prima del Newton avea già ritrovato lo Snellio con qual legge precisamente si spiegasse la luce nel passare da un corpo all'altro, e nelle diverse figure delle lenti avea aperto agli altri geometri un vasto campo di calcolare.

In somma si sapeva già molto intorno alla luce, niente intorno ai colori. Per conoscere tutte le differenze delle direzioni e dei moti, il Newton tornò di nuovo al suo prisma, ed avendolo fissato in modo che uno dei tre piani restasse in alto, e l'angolo opposto al basso, osservò che l'immagine gettata dal prisma sulla parete era allora cinque volte più lunga che larga, era terminata da due linee rette nei lati, e da due semicircoli in cima e in fondo, ed avea nella parte inferiore il rosso, al di sopra il ranciato, e più sopra gradatamente il giallo, il verde, l'azzurro, l'indaco, restando nella parte superiore il violato. Uno

spettacolo così semplice, e così vago gli fece subito conoscere che i raggi diversamente colorati si piegavano ancora diversamente, più quelli che si slanciavano in alto, e meno quelli che restavano abbasso, dai violati, e dagl'indachi gradatamente sino ai ranciati e ai rossi. Ma per isvolgere in tutte le sue parti il fenomeno, e considerarlo sotto tutti i punti di vista, spiccata appena l'immagine dal primo prisma, la ricevette in un secondo prisma posto al contrario, ed osservò che, correggendosi le refrazioni opposte, e ciascun raggio essendo piegato in alto dal primo prisma quant' era piegato abbasso dal secondo, l'immagine tornava ad essere rotonda, com'era il foro, e come se non vi fosse stato alcun prisma. Poi, facendo che il secondo prisma restasse non già paralello, ma perpendicolare alla situazione del primo, vide che come il primo rompeva i raggi colorati gradatamente dal basso all'alto, così il secondo li piegava da diritta a sinistra, e che così ambidue insieme rendevano obbliqua l'immagine. Finalmente staccò i colori l'uno dall'altro, e facendoli successivamente passare per una lente, trovò che i raggi rossi si univano e comparivano più vividi in una maggiore lontananza dalla lente che i raggi susseguenti sempre per ordine sino ai violati.

Egli non poteva essere più industrioso nel ricercare da tante differenti parti la verità, riconoscerla sotto tutti gli aspetti, svolgerla in tutte le principali combinazioni. Ma non poteva essere ancora più fortunato nell' entrare in un campo così vasto, totalmente intatto dalle cure degli altri filosofi, e intrecciato da tante a tante belle verità. L' esame delle une gliene lasciava travedere continuamente delle altre che restavano ancora da esaminarsi. Le sperienze reiterate del prisma, le diverse inclinazioni, con cui soleva presentarlo alla luce, gli fecero scoprire che i raggi di maggiore refrazione erano appunto quelli che si venivano più facilmente a riflettere. Mentre volgendo il prisma lentamente intorno a sè stesso insino a tanto che i raggi, divenuti più obbliqui, non passassero più per la faccia inferiore del prisma, ma vi si riflettessero all' insù, osservò che i primi a riflettersi erano i raggi violati; che vi voleva un' obbliquità ancor maggiore per la riflessione degl' indachi e degli azzurri, e che bisognava continuare a rivolgere il prisma, e renderlo ancora più obbliquo per riflettere il verde, il giallo, il ranciato, il rosso. Questa diversa riflessibilità dei raggi gli suggerì poi la spiegazione dei feno-

meni più brillanti di tutta l' ottica; come che i raggi azzurri e violati, essendo più facili a riflettersi, siano ancora i colori ordinari dell'atmosfera; e che, al contrario, i raggi rossi, essendo i più facili a trasmettersi, siano i colori della luna e degli altri corpi celesti, veduti in vicinanza dell'orizzonte.

Ma il fenomeno ancora più grande e più maestoso era quello dell' arco baleno; quello che dopo una dirotta pioggia rivolge a sè gli occhi di tutti; quello su cui hanno tanto favoleggiato i poeti, e i filosofi più antichi non aveano ragionato che vagamente. Già un Dalmatino di molto ingegno ch'entra nella serie dei filosofi disgraziati, e ch' è stato successivamente Gesuita, Arcivescovo, fuggitivo, ramingo e prigioniero, Marc' Antonio de Domini, s' era formato un' immagine dell' iride con un globo di vetro ripieno d'acqua e sospeso ad un'altezza conveniente: avea veduto che i raggi incominciavano a piegarvisi entrando, e poi si riflettevano interiormente dalla parte opposta del globo, e si piegavano di nuovo all' uscire. Il Des Cartes avea osservato che questa spiegazione si limitava al solo arco interiore dell' iride, ed avea detto che l'arco esterno e superiore viene a formarsi da due refrazioni

e da due riflessioni della luce nelle gocciole d' acqua che dopo una dirotta pioggia restano ancora sparse per l'aria. Con ciò avea egli segnato il cammino della luce, senza dar la ragione dei diversi colori e delle altre particolarità del fenomeno. Il Newton lo richiamò dalle nubi e dall' atmosfera al suo prisma. La diversa natura dei raggi, uniti insieme nella luce comune del sole, portava per conseguenza che con due refrazioni e nell' arco esteriore, e nell' arco interno dell' iride, si dovessero separare i colori prismatici, e portava in oltre che nell' arco esteriore con una riflessione di più si dovessero rivolgere in alto i colori che restavano abbasso nell' arco interno, e si dovesse così cambiar l'ordine, e apparire le strisce colorate al contrario. Non gli bastò la spiegazione fisica del fenomeno: la volle per ogni parte sottomettere al calcolo, e dalla legge con cui si piegano i raggi passando dall' aria nell' acqua, ricavò le larghezze corrispondenti alle due iridi, l'altezza che hanno sull' orizzonte, l'aspetto con cui si volgono al sole, tutta la forma che presentano all'occhio, e in tutto questo problema non lasciò più altro da dimandarsi.

Così egli dall' oscurità del suo gabinetto

volando sino ai confini dell' atmosfera e per tutta la regione dell' iride, scorse per ogni parte i vastissimi campi dell' ottica, ed esaurì le materie che avea preso a trattare. Ma dai colori dell'arco celeste si dovea poi ripiegare a quell' altro fenomeno, ch'era stata la prima cagione di tutte le sue ricerche, a quell' altra specie d'iride che i cannocchiali ordinari fanno comparire intorno agli oggetti, oscurandoli e confondendoli nell' ingrandirli. Qui è dove quel sommo uomo, che comprendeva e vedeva tutto, perdè di vista un sol punto e lasciò una parte dell' ottica ancora intatta agli studi ed alle glorie dei matematici dell' età nostra. Vide egli che l' iride dei cannocchiali proviene dalla separazione dei raggi diversamente colorati, che spiccandosi dall' oggetto medesimo seguono un cammino differente attraverso alle lenti, e non portando nello stesso luogo le immagini, confondono le une con le altre. Rilevò ancora l' impossibilità di portarvi un rimedio correggendo e variando la figura delle lenti, com'erasi ideato il Des Cartes. Ma non avendo poi l'avvertenza di fare delle sperienze in differenti paste di vetri, e di tentare se in una di esse si potesse correggere la dispersione dei raggi colorati fatta da un'altra, disperò che in qua-

lunque combinazione si potessero avere dei cannocchiali senz' iride. Questa semplice svista abbandonò un campo libero al Dollond di fare delle altre scoperte nell' ottica, e tolse alla storia letteraria il caso di vedere una materia scientifica compitamente trattata e del tutto esausta da un uomo solo.

Supposto però il principio dell' inevitabile separazione dei raggi diversamente colorati, non poteva trovare il Newton un ripiego migliore per i difetti ordinari dei cannocchiali: non poteva più felicemente riuscire nei primi suoi tentativi. Perdendo egli di vista la diritta strada da corrersi, senza rallentare il suo corso, si volse ad un' altra strada non meno ampia e luminosa: dalle differenti refrazioni dei raggi, che non vedeva come regolare e correggere, si volse alla riflessione che ha la legge comune alla luce unita e divisa di formar sempre degli angoli eguali, andando e retrocedendo da un piano dato: si volse dalle lenti agli specchi, dai cannocchiali al telescopio di riflessione. Le scoperte preliminari della luce e la ragionata invenzione del telescopio, fanno abbastanza distinguere il Newton da tutti quelli che ne avevano parlato anche prima, come il Sagredo, lo Zucchi, il Mersenne, il Gregory,

il Cassegrain. Ma di più il Newton v'ebbe tanti altri meriti, v' ebbe la stessa parte che il Galileo nell' invenzione dei cannocchiali. Sino a quei tempi il telescopio di riflessione non era stato che una semplice idea o un semplice esperimento, e il puro caso che risguardando con una lente di vetro uno specchio concavo di vetro si vedessero ingranditi gli oggetti. Nelle mani del Newton il telescopio divenne un istrumento ben utile, uno dei capi principali di tutta la suppellettile delle specole. Cercò egli la migliore maniera d' impastare gli specchi di metallo, la figura più conveniente da darvi, la maniera più facile di ripulirli: unì insieme tutti gli aiuti della teoria e della pratica, terminò il telescopio, e ne fu da sè solo l'artefice. Si combinavano in lui i più rari talenti d' immaginare, esaminare, eseguire; e così fu tutta sua la compiacenza che n'ebbe, quando, appena terminato lo specchio, adattatovi il primo tubo che gli venne alle mani, il vecchio cartone di un libro, lo rivolse agli oggetti lontani e trovò che ingrandiva quasi trentotto volte il diametro.

La Società reale di Londra ricevette con festa le scoperte della luce settemplice l'anno 1671, e l'anno susseguente il telescopio: pubblicò le

invenzioni con tutti gli onori che si dovevano all'inventore. Vi corrisposero dal Continente i più illustri filosofi, e dall'Olanda principalmente vi corrispose cogli applausi maggiori Cristiano Huygens, il miglior giudice di quei tempi. Ma nelle lettere e nelle scienze, come nelle altre cose umane, vi è sempre una certa fatalità di lasciarle esposte non solamente agli esami che danno luogo di riconoscere sempre meglio, rischiarare ed estendere la verità, ma ancora a tutta la libertà della critica. Nelle materie letterarie vi è di più, che ordinariamente i gazzettieri e i giornalisti sono i primi a volerne giudicare; e nei giornali rare volte hanno parte quegli uomini che ne possono formare un giudizio maturo, distinguere quanto vi è di nuovo e di buono, e rilevare quanto vi è di mancante, col solo fine di contribuire in qualche maniera a supplirvi. I giornalisti di Francia appunto furono i primi che osassero di avanzare le critiche sino al Newton. Dopo di essi il Cassegrain cercò di togliergli il merito del telescopio. Line, Gascoin, Bercè, due Gesuiti, Castel e Pardies, attaccarono le scoperte sull'ottica, e solamente l'ultimo di essi ebbe il candore di rendersi all'evidenza delle risposte. Qualche tempo dopo si videro ancora

dei contradditori di maggior nome, Mariotte in Francia, ed il Rizzetti in Italia; e non si finirono le dispute se non quando i Francesi e gl'Italiani si accorsero che i loro vetri, essendo composti di parti men depurate, ed offrendo un passaggio più irregolare alla luce, non arrivavano a farne l'ultima separazione. E quante altre volte e in quante cose succede di altercar lungamente senza mai venire agli esami che potrebbero troncare ogni disputa?

Nelle gazzette e nei giornali di allora non s'era introdotto il libertinaggio di tant' altre critiche posteriori; non si era scritto nulla del Newton che oltrepassasse i limiti della decenza e dell'urbanità letteraria. Ciò non ostante, quell'apparato di contraddizione e di disputa lo trattenne dal pubblicare tutto il dettaglio delle sue scoperte sull'ottica. Fu ancora maggiore il pregiudizio che quei giornali portarono all'algebra; poichè lo trattennero ancora dal pubblicare il suo Trattato sulle Serie infinite e sul metodo delle Flussioni. Le sperienze delle lenti e dei prismi, la teoria dei colori, la spiegazione fisica dell'iride, il telescopio, erano almeno cose già note per gli estratti inseriti nelle Transazioni Filosofiche di Londra, ma non si sapeva ancor nulla intorno a quegli arcani

suoi metodi di calcolare tutte le quantità e tutte le variazioni più piccole. Si sarebbe anticipato di trent' anni a studiarli, svolgerli, applicarli, se il Newton non si fosse allora alienato dallo strepito letterario e dalla pubblicità delle stampe. Ciò non ostante, non lasciò egli nell' ozio e nel silenzio della sua casa di seguitare il filo delle scoperte fisiche e matematiche; anzi avendo analizzata la luce, riconosciuti i colori, esaminati i corpi colorati, incominciò a considerare l' azione reciproca della luce, dei colori e dei corpi, cercò se vi era modo di passar dagli effetti alla cognizione delle cause più prossime, e, non trovandovi i dati della certezza fisica, non volle poi defraudare i posteri delle semplici sue congetture.

La refrazione della luce, che nei corpi più densi si fa sempre deviandola verso il mezzo, potrebbe indicare una specie di attrazione. Così pure la riflessione che si fa nel passaggio della luce dal corpo più denso al più raro, pare che nasca dalla maggiore attrazione del primo; e così la riflessione si fa più copiosamente nella luce che passa dal vetro nell' aria che quando passa dal vetro nell' acqua, ed è ancora più copiosa e più forte la riflessione quando passa

dal vetro nell' aria rarefatta o nel vôto. Ma poi la riflessione ch'è istessamente tanto copiosa quando la luce va dall'aria a cadere sui corpi opachi, sulle piccole laminette metalliche, sulla prima superficie dei vegetabili e degli animali, suggerirebbe un indizio di ripulsione. La deviazione che si fa per la semplice vicinanza di qualche corpo, qualche volta darebbe anch'essa un indizio di ripulsione e qualche volta di attrazione. Il Grimaldi s'era già accorto che, ricevendo un raggio di luce in una camera oscura, e immergendovi qualche piccolo corpo, un ago, un filo, un capello, ne comparivano più larghe le ombre, come se, passandovi da vicino la luce, fosse respinta all' infuori. Questa è la bella sperienza, per cui non si perderà il nome del Grimaldi nella storia dell' ottica. Il Newton immaginò un altro genere d' esperienze, di far passare la luce in mezzo a due corpi acuminati, e trovò che in questo caso succedeva precisamente il contrario, e che la luce piegavasi verso le punte, e ne rendeva le ombre minori. Le attrazioni e ripulsioni magnetiche, elettriche, chimiche, nella moltiplicità delle loro alternative, presentavano all' occhio tanti fenomeni separati, senza lasciar travedere il principio che collegasse gli uni cogli altri.

Il Newton si rivolse a considerare particolarmente la forza, con cui i piccoli corpicelli, quando sono vicini, si attraggono, e quell'altra forza, con cui tutt'i corpi piccoli e grandi tendono verso il centro comune; e cercandone le cagioni, propose diversi dubbi, e confessò di non avere osservazioni e sperienze bastanti per poterli risolvere. Sospettò qualche volta che negli elementi della materia risiedesse una forza invisibile, per cui gli uni tendessero verso gli altri, indipendentemente da qualunque urto esteriore, e nelle maggiori distanze ne risultasse la gravità, nelle minori l'elasticità, la coesione e sino la durezza dei metalli e dei diamanti. Qualche volta sospettò che un fluido sottilissimo, penetrando per tutti i corpi, e stendendosi per ogni parte dell'universo, con le sue vibrazioni eccitasse il calore e la luce, ne regolasse la refrazione, la riflessione, l'inflessione, l'alternativa della più o meno facile trasmissione, e che fosse anche la cagione immediata dei movimenti elettrici, dell'azione reciproca dei corpi, dell'elasticità, gravità, fluidità e coesione. Dopo i tempi di Newton non si sono conosciute meglio queste molle primarie della natura: non si è fatto un passo di più in questa così difficile carriera. La me-

tafisica s'è qualche volta distratta con qualch' altra finzione sulle forze ripulsive e attrattive; e la fisica elettrica, dopo di aver tanto moltiplicato le sperienze e i fatti isolati, non ci ha fatto meglio conoscere la natura del fluido che ne debb'essere la cagione. Il Newton dallo studio delle cagioni ritornò all'esame degli effetti; e quantunque adoprasse famigliarmente il termine di attrazione, tendenza, forza centripéta, si dichiarò d'indicare con questi termini un fatto e non un principio, di prenderli nel senso matematico e non fisico, di ricercare solamente gli effetti e di non conoscere le cagioni.

Veramente la discesa uniforme dei corpi gravi, il moto periodico dei pianeti intorno al sole, e dei satelliti intorno ai pianeti, il regolare ravvolgimento intorno al centro, la direzione comune di tutti i moti da occidente in oriente, la corrispondenza della terra col cielo, tant' altri fenomeni particolari invitavano a ricercare un principio comune di tutti. Si poteva immaginare o qualche intrinseca forza dei corpi o qualche impulso esteriore, il movimento, l' azione di un fluido sparso all' intorno. Ma in un caso e nell' altro restava da dimandarsi la prima cagione o della forza in-

teriore, o dell'azione del fluido esterno; nè era meno difficile da riconoscere questa che quella. E donde mai può procedere l'impulsione? Quali sono i principj che la modificano? E com'essi concorrono insieme ad agitare e sistemar l'universo? Questo è ciò forse che gli uomini non arriveranno mai a sapere. Noi non vediamo che un piccol numero, e solamente la superficie degli oggetti lontani: non conosciamo che un poco la corteccia esteriore del nostro globo: e in essa ancora i primi elementi della materia ci sfuggono dalle mani e dagli occhi. Non vi si può stendere la geometria, l'algebra, il calcolo, il più grande istrumento, di cui possa servirsi la fisica. Tanto bastò per trattenere il Newton dalle ulteriori ricerche di questo genere. Il più illustre filosofo della Francia, Renato Des Cartes, avea tentato alcuni anni prima di fare un volo più ardito. Volle egli salire sino alla prima origine del tutto, riconoscere le cagioni generali, e da esse discendere ai fenomeni particolari, dai principj alle semplici conseguenze. Il Filosofo Inglese vide quant'era stato infelice quel volo, e quanto poco ve n'era da sperare un migliore: moderò quella specie di audacia, e si limitò al solo esame, alle leggi ed al calcolo de' fenomeni.

Il Des Cartes s' era lasciato trasportare dall' immaginazione sino ai confini del vecchio Chaos, sino ai tempi della prima orditura dell' universo. Gli parve di vedere che la materia fosse stata divisa a principio in una moltitudine immensa di piccolissime particelle tra loro eguali, della forma di un dardo, serrate le une con le altre in maniera da escludere qualunque vôto. Si figurò che a tutte fossero stati impressi due moti differenti: l' uno di rotazione intorno al proprio centro; l' altro intorno a qualche centro comune ad un gran numero di esse, onde venisse a formarsi da ciascun ammasso un gran vortice, e tutta la materia si dividesse in tanti vortici differenti. Poi, seguitando le conseguenze del moto di rotazione, e passando da un' immaginazione ad un' altra, si figurò che in tutte le particelle risvolte e rotolate si dovessero rompere gli angoli, e che, continuando esse a strofinarsi insieme, ritondarsi e lisciarsi, se ne dovessero successivamente staccare delle altre particelle ancor più minute. Così gli parve che tutta la massa uniforme della materia col solo moto di rotazione si avesse da ripartire in tre differenti elementi: il primo della materia sottile; il secondo di tutti i globetti che restavano

dopo la smussatura degli angoli; il terzo della materia angolosa, più grossa e irregolare.

Non poteva qui fermarsi il bollore dell'immaginazione, e dopo di avere così formati tre ordini di materia, bisognava ripartirli a suo luogo. Volle egli adunque che lo spazio compreso tra i globetti del secondo elemento fosse tutto riempito dalla materia sottile del primo; e poi, considerando il moto circolare di ciascun vortice, volle che tutte le particelle cadute irregolarmente dagli angoli, tutto il terzo elemento, ed una porzione ancora del primo, non potendo seguitare egualmente la rapidità originaria dei globi, si dovesse radunar verso il centro; come nei piccoli vortici d'acqua le foglie, e nei grandi ancora le navi, in poco tempo si riducono al centro. La materia sottile nel centro di un vortice, dove ancora restava sciolta dall'intreccio delle parti più grosse e irregolari, doveva formare il Sole, nel centro di un altro vortice il Sirio, altrove l'Arturo e le altre stelle fisse; e la stessa materia, restando sempre agitata impetuosamente, e facendo ogni sforzo di spandersi, doveva premere la materia globulosa tutt' all'intorno. In questa pressione, secondo il Des Cartes, consisteva il fenomeno della luce. Nel centro degli altri vortici minori

non arrivando la materia sottile a tenere ben sciolte le particelle più grosse e più numerose del terzo elemento, e rigettandole però sempre ad una distanza maggiore, dovea lasciare che, intrecciandosi esse cogli angoli, facessero come una specie d'incrostatura, e che intercettando la pressione e la luce, formassero i corpi opachi della terra, della luna e degli altri pianeti. Il fuoco interiore del centro doveva essere la fucina dei terremoti e dei vulcani, e costantemente servire alla fecondità della terra, alla produzione dei metalli, ed alla vegetazione degli animali. L'irregolarità dell'intreccio dovea lasciare nella scorza esteriore di ciascun globo gli abissi e le montagne. Poi tutti insieme i vortici minori e i pianeti dovevano essere rapiti dai vortici maggiori, e insieme con essi dovevano formare tanti sistemi differenti intorno a ciascuno dei Soli dell'universo.

Quest'è il volo più ardito della libera immaginazione degli uomini; questa è l'idea che potea forse servire per un poema, e che lo stesso Des Cartes avea riguardato a principio come una favolosa spiegazione o come un romanzo della natura. Ma poi a poco a poco, ed egli, e i suoi seguaci, cominciarono a lusingarsi che questa ne potess'essere veramente la storia.

Pensarono che la fisica volgare di allora venisse a guadagnar molto con sostituire i tre elementi della materia alle forme plastiche e occulte, i vortici ai cieli solidi, e il moto vorticoso alle intelligenze regolatrici dei pianeti. Si lasciarono essi sedurre dalla novità del disegno, dalla bizzarria e dall'ampiezza dell'edifizio. Il Filosofo Inglese alla prima occhiata si accorse ch'era senza fondamenti la fabbrica. Invano tutti i filosofi della Francia si affaticarono per ristorarla e impedirne la rovina: furono proposti in vano dei premj per impegnare anche gli esteri a difendere i vortici, rimpiccolirli, moltiplicarli, correggerli, insino a tanto che vi si combinassero i fenomeni della gravità della luce, della terra, del mare e di tutti i corpi celesti. Le ipotesi erano sempre in contraddizione col fatto, e tutto ciò che aggiugnevasi per ispiegare qualche fenomeno, rendeva impossibile la spiegazione di tutti gli altri. Bulffinger e Malebranche ne cercarono inutilmente le correzioni. Non vi era da sperare più nulla dopo che lo stesso Cristiano Huygens e Giovanni Bernoulli vi avevano inutilmente impiegati i loro studi. Rovinò l'edifizio, e le rovine sparverò a poco a poco dagli occhi.

Adesso non importa più di sapere tutto il

dettaglio delle controversie accademiche di quei tempi; importa però sempre moltissimo di sapere la storia dello spirito umano, le obbligazioni che abbiamo al Newton, i fenomeni principali della luce, della gravità, della figura e del moto de' corpi celesti ch'egli trovò in contraddizione con tutte le ipotesi dei vortici. In un ammasso di particelle contigue, e serrate insieme le une con le altre, si dovrebbe comunicar la pressione in un semplice istante dal centro a qualunque distanza, e per qualunque direzione in linea retta e obbliquamente; e però nelle ipotesi della pressione e del pieno si dovrebbe aver sempre, e in ogni parte, la luce. In una sfera che si faccia girare intorno ad uno dei suoi diametri, il moto va sempre crescendo dai poli all'equatore, e si dirige sempre nel piano di tanti circoli paralelli tra loro e perpendicolari allo stesso diametro; e però se le parti più grosse della materia fossero gravi perchè non possono seguitare la circolazione più rapida della materia globosa, la gravità non si dirigerebbe al centro della terra che sotto all'equatore, non vi sarebbe gravità alcuna nei poli, e sino da principio la terra e gli altri pianeti si sarebbero allungati in-

torno all' asse del moto diurno, ed avrebbero acquistato una figura più tosto affusellata che sferica o sferoidale. E quando i pianeti restassero abbandonati alla circolazione del vortice solare, fatti tutti i riscontri delle velocità, con cui si può muovere un vortice nelle parti superiori e inferiori, non vi si avrebbe mai quella proporzione delle distanze dal centro e dei tempi di tutte le rivoluzioni, nè vi si avrebbero quelle altre variazioni di moto che veramente si osservano. Le comete, movendosi liberamente negl' immensi spazi del cielo, altre da ponente a levante, altre da levante a ponente per qualsivoglia direzione, e senza dare un indizio di alcuna sorte di resistenza, neppure nelle code loro lunghissime e sottilissime, formano sempre una difficoltà decisiva contro qualunque ipotesi di un fluido di qualche sensibile densità, che in qualunque modo s'intenda sparso e diffuso per tutto il cielo.

Il Filosofo Francese avea tutti i talenti della geometria e dell'algebra, e non avea tutti quelli della fisica. Cercava più di ricondurre i fenomeni alle idee della propria immaginazione, che di regolare l'immaginazione e le idee sui fenomeni della na-

tura. Così s'era formata una falsa idea del moto: avea insegnato delle regole erronee per il riparo delle velocità nei corpi duri che si urtano; non avea ben conosciuti i principj della resistenza de' corpi fluidi. S'immaginava che tutta la difficoltà che si oppone in un fluido alla continuazione del moto di un corpo solido nascesse dalla tenacità e dall'adesione, con cui le particelle del fluido si stringono le une con le altre; e però supponeva che tra le particelle sferiche, lisce, sottilissime, mancando ogni adesione, dovesse ancora mancare ogni sorte di resistenza. Il Filosofo Inglese considerò i corpi come sono veramente in sè stessi: osservò che ciascuno, quant'è da sè, si conserva nel proprio stato, o di quiete o di moto, e che si ricerca sempre una qualche forza, e per muovere i corpi che sono in quiete, e per farvi variare la velocità e la direzione quando sono già in moto. Questa fisica inerzia de' corpi, com'esso era solito di chiamarla, gli suggerì l'idea d'un'altra specie di resistenza che non può diminuirsi con rendere le particelle di un fluido meno aderenti le une con le altre. Per aprirsi la strada attraverso di un fluido bisogna che un corpo solido ne scacci di luogo un egual volume,

tante volte quante si avanza per la lunghezza del proprio diametro: bisogna che v'impieghi una parte della sua forza, bisogna che perda la quantità istessa di moto che vi comunica; e però il moto del corpo debb'essere sempre ritardato, e tanto maggiormente quant'è più denso e più pieno il fluido in cui si muove.

Le generali considerazioni sulla natura della materia, della resistenza e del moto si potevano verificare con le più delicate sperienze in tutt'i corpi che cascano dall'alto liberamente, ed in quegli altri che si fanno vibrare sospesi da qualche filo. E le sperienze più delicate davano appunto che la resistenza nell'acqua è ottocentocinquanta volte maggiore della resistenza nell'aria, e che la resistenza nel mercurio è circa quattordici volte maggiore di quella dell'acqua; appunto come sotto volumi eguali è quattordici volte maggiore il peso nel mercurio che nell'acqua, e nell'acqua ottocentocinquanta volte maggiore che nell'aria. Con ciò restava fisicamente dimostrato che nell' aria v'è ottocentocinquanta volte più di vôto che nell' acqua, e nell'acqua quattordici volte più che nel mercurio: e risultava che in proporzione negli altri corpi

terrestri non è già pieno ogni spazio, ma sparso qua e là di moltissimi e piccolissimi vôti. E dalla terra passando al cielo, non vi si poteva più supporre che un fluido leggerissimo, sottilissimo, sparso di tanti altri vôti, perchè non solamente i pianeti, ma ancora le comete, e nel nocciolo interiore e nella cappellatura, che li circonda a guisa di atmosfera, e nella coda lunghissima che tramandano nelle parti opposte al sole, non mostrino alcun indizio di qualche ritardo sensibile di moto. Così le comete che aveano dissipate le ipotesi della solidità del cielo, hanno ancora finito di dissipare quelle altre del mondo pieno e dei vortici.

Questa prima perlustrazione dell' universo, che era tanto felicemente riuscita con la felicità istessa dell'esito, impegnava a continuarla. Dopo che gli spazi celesti non offrivano più da considerare alcun vortice, nè qualche fluido d'una sensibile densità, bisognava cercare cosa vi restasse da considerare dal sole sino agli ultimi confini delle comete. Bisognava analizzare maggiormente il principio della naturale inerzia de' corpi che avea fatto conoscere le prime leggi della resistenza de' fluidi, e seguitare la serie di tutte le conseguenze. Quel principio d'inerzia, per cui continuano i corpi a muoversi in

linea retta sino che qualche nuova forza gli obblighi a piegarsi o da una parte o dall' altra, faceva comprendere generalmente che vi vuole una forza continua per una variazione continua di direzione, e per fare che un corpo gettato in qualunque modo descriva una linea curva. La popolare sperienza della frombola, in cui seguita il sasso a circolare insino a tanto che resta legato con la funicella alla mano, e scappa subito per la tangente del circolo in quel punto, in cui viene a rilasciarsi la funicella, fa chiaramente vedere che vi vuole una forza continua, perchè un corpo scagliato in qualunque modo seguiti a moversi circolarmente. Quest' è prossimamente il caso dei satelliti di Giove e di Saturno, che intorno ai centri di Giove e di Saturno descrivono delle orbite prossimamente circolari; ed è anche prossimamente il caso della luna che non si allontana mai dalla terra, e degli altri pianeti che non si allontanano più o meno dal sole se non fra i limiti di alcune differenze assai piccole. Ma indipendentemente ancora dalla forma circolare, la curvità sola delle orbite descritte dai satelliti intorno ai pianeti principali, e dai pianeti e dalle comete intorno al sole, è un indizio sicuro di qualche forza con-

tinua che pieghi continuamente le comete e i pianeti verso il sole e i satelliti verso i pianeti, e li contenga tutti nel giro delle loro orbite, come la curvità della linea, descritta da una palla scagliata orizzontalmente dalla sommità di una torre, è un indizio sicuro della forza di gravità, con cui è deviata la palla continuamente dalla prima direzione del moto verso la terra.

La grandezza e l'importanza dell' argomento richiedeva qualche cosa di più. Bisognava di più dimostrare che la forza dei pianeti e delle comete si dirige precisamente al centro del sole, la forza della luna al centro della terra, quella dei satelliti di Giove e di Saturno al centro degl' istessi pianeti. Fortunatamente il Keplero avea già preparati i primi dati e gli elementi della dimostrazione. Quel laborioso e sagacissimo astronomo, considerando che il moto dei pianeti si rallenta regolarmente nelle maggiori distanze dal sole, e si accelera nelle minori, e tra tutte le variazioni cercando studiosamente gli elementi di qualche invariabilità ed eguaglianza, la ritrovò nello spazio compreso dall'arco che un pianeta descrive in un dato tempo, e dalle due rette tirate dall'estremità dell'arco medesimo al sole. Questo spazio

e quest'area è sempre eguale in egual tempo, doppia quella che corrisponde ad un tempo doppio, tripla in un tempo triplo: e generalmente l'area descritta da un pianeta intorno al sole, e determinata dalle due rette e dall'arco, è sempre proporzionale al tempo che s'impiega a descriverla. Il primo astronomo della Germania ricavò, dal confronto di tutte le osservazioni, questa, ch'è la legge primaria del movimento di tutt'i corpi celesti. Il primo geometra dell'Inghilterra dimostrò geometricamente che quando le aree, descritte intorno ad un centro da qualche corpo, sono proporzionali ai tempi, debb'essere spinto il corpo continuamente da due forze, l'una diretta secondo la tangente, per cui viene a continuarsi l'archetto corrispondente dell'orbita, l'altra diretta al centro, intorno a cui si descrivono le aree. I corollari di quest'importante teorema erano che Saturno, descrivendo intorno al sole delle aree proporzionali ai tempi, deve gravitare continuamente verso il centro del sole; e così pure che vi devono gravitare Giove, Marte, la Terra, Venere, Mercurio, e tutte le comete, perchè in ciascuna di esse ha luogo la proporzionalità delle aree e dei tempi; e che per la stessa ragione la Luna deve gravitar

nella Terra, i satelliti di Giove in Giove; quelli di Saturno in Saturno, e tutti insieme i satelliti devono gravitare coi loro pianeti principali nel sole.

Ridotte le osservazioni astronomiche ad una geometrica dimostrazione, riconosciuta la direzione di una forza generale di gravità, conveniva poi ricercare la proporzione e la legge, con cui cresce o scema la stessa forza variandosi i luoghi e le distanze. La proporzione che trovasi nella luce, è quella che chiamasi reciproca dei quadrati delle distanze; perchè, fissata la maggiore distanza, a cui può tenersi una candela per vedere distintamente un oggetto, vi vogliono quattro candele per avere lo stesso grado di distinzione ad una distanza doppia, come se la forza di ciascun lume ad una distanza doppia fosse ridotta alla quarta parte; e così pure triplicando la distanza vi vogliono nove lumi per aver nell' oggetto la distinzione medesima di prima. Dev' esser questa la legge generale del calore, dell'odore, delle altre qualità sensibili che si possono intendere come diffuse sfericamente da qualche centro. Se questa legge si stendesse ancora alla gravità non sarebbero più eguali le accelerazioni e le forze, se non quando la diffe-

renza delle distanze dal centro è assai piccola, nella superficie della terra e sulla cima delle torri e delle montagne, ch'è il caso esaminato dal Galileo. Ma se la distanza dal centro fosse due, tre, quattro volte maggior di prima, la forza di gravità si ridurrebbe gradatamente alla quarta parte, alla nona, alla sedicesima. E così dalla luna al centro della terra essendovi sessanta volte più di distanza che da noi, se la luna restasse abbandonata alla sola forza di gravità, scendendo liberamente verso la terra, descriverebbe uno spazio trecentosessanta volte minor di quello che si descrive in egual tempo da un corpo caduto liberamente da qualche torre.

Sino da quei primi anni che nella solitudine del suo giardino andava pensando il Newton se la forza di gravità si stendesse egualmente al frutto caduto dall'albero, ed alla luna, incominciò a cercare qual dovesse essere la degradazione della forza, perchè bastasse a contenere la luna intorno alla terra, ad una distanza data, con una data velocità. Ma prendendo per base di tutto il calcolo la misura di un grado del meridiano, che allora si supponeva così all'ingrosso di sole miglia sessanta inglesi, e da ciò misurando la gran-

dezza della terra e dell'orbita della luna, lo spazio percorso dalla luna in un dato tempo nella sua orbita, e lo spazio che potrebbe percorrere se venisse a cadere liberamente verso la terra; non ritrovò che lo stesso spazio fosse appunto trecentosessanta volte minor di quello che si trascorre in egual tempo nella caduta libera de' nostri corpi. La differenza non risultava poi tanto grande, ed un filosofo meno severo avrebbe cercato di accomodare alla meglio i suoi numeri, e non avrebbe sospesa per qualche rotto l'orditura di tutto un sistema. Il Newton era ben superiore alla vanità di farsi nominar come autore di sistemi e d'ipotesi. Cercava unicamente la verità: abbandonò le sue idee quando non vi trovò una precisa corrispondenza col fatto, e parve che per dieci anni le avesse quasi dimenticate.

Roberto Hook nell'anno 1676 gli diede un particolare eccitamento di ripigliarle, dimandando in che specie di curva si combinasse la libera discesa dei corpi gravi col moto comune della terra da occidente in oriente, ed invitando i filosofi a ricercare la legge generale dell'attrazione, intorno a cui confessava ingenuamente di non sapere nulla

di più, se non che deve diminuirsi di forza nelle maggiori distanze dei corpi attratti, e crescere nelle minori. Fu quella l'epoca memorabile di tutto il sistema della gravità mutua e universale, di quanto v'è di più grande e più ingegnoso nella storia delle umane invenzioni. Il Newton arrivò allora a sapere che il Nerwood in Inghilterra e il Picart in Francia avevano misurato il grado del meridiano con una sufficiente esattezza, e che l'avevano ritrovato di miglia sessantanove e mezzo. Partendo da questi altri dati, calcolò la lunghezza dell'arco descritto nell'orbita della luna in un minuto di tempo; poi, riguardando il moto circolare della luna come composto di due altri mòti, uno dei quali la porterebbe direttàmente per la tangente del circolo, e il secondo direttamente verso la terra, trovò che quest'altro moto sarebbe di quindici piedi di Francia, e di una linea in un minuto di tempo: ch'è precisamente una parte trecentosessantesima dello spazio, che in egual tempo si descrive cadendo in vicinanza della terra.

La precisione dei risultamenti lo rese tanto più coraggioso quanto prima era stato cauto e circospetto. Vide che questa legge non po-

teva limitarsi alla luna ed alla terra senza insieme abbracciare tutti gli altri corpi celesti. Per estendere anche ad essi la serie della dimostrazione consultò novamente il Keplero, cercò la ragione intrinseca del rapporto da lui trovato tra i tempi delle intere rivoluzioni, e le distanze di ciascun pianeta dal sole. La proporzione delle distanze semplici della Terra e di Marte dal Sole è di due a qualche cosa di più di tre, la proporzione dei quadrati delle distanze è di quattro a un poco più di nove; quella dei cubi è di otto a un poco più di ventisette, o sia di uno a un poco meno di quattro. Un uomo colto non deve adesso ignorare il tanto semplice significato di aree, di quadrati e di cubi, nè deve riguardarsi come incapace di seguitare una semplice analogia. La terra compisce il suo giro intorno al sole in un anno, e Marte in poco meno di due; e così la proporzione dei quadrati dei tempi periodici è parimente quella di uno a un poco meno di quattro. Prendendo le più esatte misure dei tempi e delle distanze, non solamente della Terra e di Marte, ma ancora degli altri pianeti superiori o inferiori dal Sole, e moltiplicando i tempi periodici una volta in sè stessi, si ha

sempre da un pianeta all'altro la stessa progressione di numeri, che risulta moltiplicando due volte le distanze di ciascuno di essi dal centro comune del moto; cioè i quadrati dei tempi periodici sono proporzionali ai cubi delle distanze. Con la stessa legge si volgono i satelliti di Giove intorno a Giove, e quelli di Saturno intorno a Saturno; e la legge si trova tanto più esatta nei satelliti, e nei pianeti, quanto più esattamente si prendono le misure delle distanze medie e dei tempi.

Questi erano una volta segreti unicamente riserbati ad un piccolo numero di astronomi. Tra i lumi, che si sono sparsi in Europa, meritano di essere più conosciute le due regole fondamentali del Keplero: Che le aree descritte dallo stesso pianeta intorno al Sole sono proporzionali ai tempi in cui si descrivono; e che i quadrati dei tempi periodici di più pianeti sono proporzionali ai cubi delle distanze rispettive dal Sole. Chi non può seguitare il filo dei Ragionamenti Geometrici del Newton, deve almeno conoscere le conseguenze fisiche che ne ha dedotto, e i rapporti astronomici che vi hanno dato occasione. Egli dimostrò adunque, che, supposte le orbite circolari, come sono più prossima-

mente le orbite dei satelliti e di alcuni pianeti, e supposto che, andando dall'uno all'altro di quei corpi, che muovonsi intorno allo stesso centro, i quadrati dei tempi periodici siano proporzionali ai cubi delle distanze, ne viene per conseguenza che la forza centrale del più vicino debb'essere alla forza del più lontano come il quadrato della distanza del secondo al quadrato della distanza del primo. Poi, riassumendo come un principio ciò che avea già ricavato dagli altri principj antecedenti, e supposto che la proporzione delle forze sia questa appunto, che chiamasi reciproca dei quadrati delle distanze, dimostrò che la figura dell'orbita debb'essere propriamente un' ellisse, quella specie di ovale, che si fa nascere segando il cono con qualche piano, che passi obbliquamente da un lato all'altro. E dimostrò finalmente, che nelle orbite elittiche, descritte intorno allo stesso punto, i quadrati dei tempi periodici devono essere proporzionali ai cubi delle distanze medie e ragguagliate.

Il Keplero non avea solamente preparato i fondamenti di tutto quest'edifizio, confrontando tutte le osservazioni tra loro, e riducendo a due semplici leggi tutti i rapporti

delle distanze medie, dei tempi e delle velocità. Egli avea fatto col Newton, come col Cavalieri, proponendo degli astrusi problemi, che non sapeva da sè come sciogliere, eccitando l'immaginazione e il fervore negli altrui studi, e portando così l'entusiasmo nella geometria, nell'astronomia e nella fisica. Dopo di avere sospettato che le orbite dei pianeti fossero elittiche, egli avea dimandato agli astronomi di ragguagliare il movimento col tempo, e di assegnare il luogo preciso, a cui, dopo di un dato tempo, deve arrivare un pianeta. Gli astronomi cominciarono allora da certe approssimazioni più piccole. Il Newton, dopo di avere dimostrato che le orbite sono veramente elittiche, trovò la maniera di seguitarvi coll'occhio i pianeti e le comete, e di segnarvi tutte le variazioni dei luoghi in qualunque tempo, dalle minori distanze sino alle massime. La teoria del moto elittico, ch'era il frutto delle tranquille meditazioni dell'anno 1677, e che corrispondeva tanto bene a tutti i fenomeni conosciuti sino a quel tempo, fu poi portata ad una specie di trionfo dalla cometa del 1680. Allora in mezzo agli infausti pronostici della plebe timida e sbigottita tutti gli astronomi dell'Europa si ri-

volsero al cielo, e nelle più precise osservazioni ritrovò il Newton la più precisa corrispondenza con la teoria.

Fu scoperta quella cometa dalla Sassonia ai 4 di novembre del 1680: fu subito annunziata a tutti gli astronomi: fu veduta avanzarsi rapidamente verso il sole, ed avvolta nella sua luce sparì dagli occhi di tutti al principio di dicembre. Ai 22 dello stesso mese tornò a vedersi dall'altra parte del sole, e discostandosi sempre più, e, rallentando a poco a poco il suo moto, disparve interamente alla metà di marzo del 1681. La vasta e spaziosa coda, che nel ritorno dal sole gettava alla distanza di settanta e più gradi nel cielo, mentre somministrava al filosofo il più forte argomento contro tutte le ipotesi dei vortici, accresceva la paura e l'inquietudine del basso popolo. In proporzione che si sono sparse nel popolo delle idee filosofiche sulla natura delle comete, e delle esalazioni, da cui si formano le lunghe code, si è ancora diminuito il timore delle maligne influenze sulla vita de' principi e sulla felicità delle nazioni. Ma per un certo destino di rendere sempre terribili le comete, agli antichi timori del popolo sono succedute le

immaginazioni di alcuni filosofi, che le comete possano sconcertare coll'urto il nostro globo, o con la semplice vicinanza incendiarlo, o dalle code versarvi un diluvio d'acqua, o rivolgerlo altrove, staccarlo dal seguito della luna, aggiugnervi qualch'altro satellite. E così s'è passato da un genere di timori in un altro, sin tanto che uno dei più illustri geometri della Francia ha dimostrato che non vi è più nulla da temere dalle comete, nè terremoto, nè diluvio, nè incendio, e che si possono rimirare quegli astri con la stessa tranquillità e indifferenza di tutti gli altri.

Il Newton e gli altri astronomi nel 1680 non osservarono in quella cometa che un astro. Fortunatamente la terra si ritrovava allora nella situazione più vantaggiosa per osservare la cometa nell'accostarsi e nel discostarsi dal sole. Un'altra circostanza contribuì moltissimo in Inghilterra ad approfittare di un tale vantaggio. L'Osservatorio di Greenwich erasi terminato appunto un anno prima. L'emulazione delle glorie astronomiche della Francia, che avea già levato all'Italia il Cassini, l'interesse nazionale di perfezionare la scienza della Marina, il fervore che Carlo Secondo accordava allora alle lettere,

sino le galanterie della duchessa di Porstmouth, concorsero insieme a fare che si consacrassero all'astronomia le verdi cime di quell'amena collinetta. Là si dovea poi tenere il registro di tutto il cielo, e si doveano riconoscere giornalmente tutti i moti celesti, sino a quelle variazioni più piccole, che non si scoprivano ancora dagli altri climi più sereni, sino all'aberrazione annua delle stelle, e sino alla nutazione periodica della terra. Nel nuovo Osservatorio di Greenwich, Giovanni Flamsteed incominciò a somministrare al Newton le più felici osservazioni, che allora si siano fatte sulla cometa, e il Newton arrivò a combinarle tanto felicemente con le leggi del moto in un' elisse assai lunga, che tra le osservazioni e la teoria non trovò un divario maggiore di alcuni minuti.

Trovò egli che il giro di quella cometa si doveva compire in cinquecentosettantacinque anni, per modo che, tornando indietro per tre periodi, poteva anche la cometa esser quella che si vide alla morte di Cesare. Trovò che si era accostata al sole centosettantatrè volte più della terra, e che con ciò aveva concepito un calore ventiseimila volte maggiore del calore d'estate, e duemila volte

maggiore del calore del ferro rovente. Nella veemenza del calore ritrovò poi la cagione delle più sottili e copiose esalazioni, che, sollevandosi gradatamente nelle parti più lontane dal sole, formavano le apparenze della coda. Nè si accontentò già di avere così spiegata la teoria fisica della cometa, e di avere combinate le osservazioni astronomiche col calcolo delle orbite elittiche e con le prime leggi della gravità. Non volle egli lasciare queste ricerche senz'averle prima trattate compitamente, e in tutta la maggiore estensione. Portò il calcolo dell'elisse oltre di tutti i limiti della geometria degli antichi, svolse tutti i rapporti dei movimenti elittici, e trovò la maniera di descrivere tutta l'orbita di una cometa, date che fossero tre sole osservazioni del tempo e del luogo a cui fosse riferita nel cielo. Ma questo era ancora un segreto a Londra ed a Cambridge: la felicità e l'importanza delle invenzioni non bastava perchè l'inventore pensasse a pubblicarle: vi volevano delle altre casualità letterarie per obbligarvelo.

Era già sorto allora in Inghilterra un altr'uomo, che dovea essere ben prezioso alle scienze. Edmondo Halley era già ritornato

da' suoi primi viaggi della Francia e dell'Italia in tempo di fare delle altre osservazioni sulla cometa. La diligenza, che arrivò ad impiegarvi, le sue cognizioni fisiche ed astronomiche, la dolcezza e la delicatezza del suo carattere, gli meritarono l'amicizia del Newton. Sul fine dell'anno 1684 il Newton gli confidò le prime dimostrazioni delle leggi delle forze centrali, e le prime conseguenze che ne venivano. La novità e la semplicità del prospetto dell'universo eccitò vivamente l'Halley a cercarne il disegno intero. Lesse tutte le carte alla Società Reale di Londra, e non trovò in quel consesso che i sentimenti di ammirazione. Agli applausi comuni cedettero ancora le piccole doglianze dell'Hook, che per avere vagamente usurpato il vocabolo di attrazione si lusingava di aver qualche parte nella scoperta di quelle leggi. L'Halley scrisse a nome di tutti, e ne' termini più energici, al Newton per impegnarlo a continuare le sue ricerche. Si portò espressamente a Cambridge per aggiugnere con la voce una maggiore energia alle precedenti insinuazioni. Il Newton, in età allora di quarantadue anni, si rese all'amico fervido ed eloquente. Si ritirò dal commercio degli altri uomini. Sostenne le

più lunghe vigilie con la maggiore sobrietà. Del pane, dell'acqua, e qualche pollo era il suo vitto ordinario. Un poco di vino di Spagna serviva di tanto in tanto a rinforzargli lo stomaco; e la lettura di qualche libro d'istoria serviva a sollevargli lo spirito affaticato dalle più forti meditazioni. In ventidue mesi fu terminata la più grand'opera, che sia mai stata scritta, i Principj Matematici della Filosofia Naturale.

Qui non vi è più nulla di comune a quegli uomini, che cercano di divertirsi più che d'intruirsi sui libri, che non vi cercano se non qualche bel motto, qualche aneddoto curioso, qualche più vivace allusione. La teoria dell'attrazione universale anche ne' suoi primi principj, anche nel semplice prospetto, esige studio e applicazione. Il Newton dopo di avere trovata la proporzione delle forze dei corpi, che si rivolgono intorno allo stesso centro, passò a paragonare tra di loro le forze dei corpi che si rivolgono intorno a centri differenti, la forza dei pianeti con quella della Luna e dei satelliti di Giove. Vide generalmente che con la proporzione inversa, o reciproca dei quadrati delle distanze bisognava comporre ancora la proporzione della forza

assoluta, che risiede nel centro; e incominciò a supporre, che a distanze eguali la forza assoluta del centro fosse proporzionale alla quantità di materia che vi si trova. Sottomettendo quest'ipotesi al calcolo, e paragonando il moto di Venere intorno al Sole col moto della Luna intorno alla Terra, e con quello degli altri satelliti intorno ai centri di Giove e di Saturno, ne cavò che la massa del Sole dovea essere mille volte maggiore della massa di Giove, e che la massa di Giove era circa tre volte maggiore di quella di Saturno, e dugento volte maggiore di quella della Terra: e poi dal calcolo delle masse, e dalle considerazioni dei volumi, passando a determinare le densità, ritrovò che il Sole dovea essere un poco più denso di Giove, che la Terra dovea essere tre volte e mezzo più densa e di Giove e del Sole, e finalmente Giove una volta e mezzo più denso di Saturno.

Seguitando le tracce di quest'ipotesi, e considerando separatamente le forze, che volgono la Luna intorno alla Terra, e quelle che portano, e la Terra e la Luna intorno al Sole, si potevano paragonare insieme le une con le altre. Le variazioni della forza, che dalla

Luna si dirige al centro della Terra, avea già suggerito il modo di ridurre all'elisse ed al calcolo le principali disuguaglianze del moto della Luna, che dipendono dalle disuguali distanze della terra. Le variazioni dell'altra forza, che dalla Luna deve dirigersi al Sole, lasciavano travedere anche il modo di calcolare alcune altre disuguaglianze più piccole, che dipendono dalla distanza a dall'aspetto del Sole e della Luna, e che avevano sino allora delusa tutta la sagacità degli astronomi. Alcune altre irregolarità piccolissime, che si erano già osservate nel moto di Giove, potevano indicare che Giove non gravitasse solamente nel Sole, ma ancora in Saturno; e dopo di ciò era anche da immaginarsi che Saturno gravitasse insieme nei centri del Sole e di Giove, e che i satelliti di Giove e di Saturno gravitassero insieme tra loro, e generalmente che tutti i corpi maggiori dell'universo gravitassero l'uno nell'altro.

Ma di più i giornalieri fenomeni del flusso e riflusso del mare, che in tutte le variazioni corrispondono tanto regolarmente ai diversi aspetti della Luna, suggerivano un'altra idea, che non solo tutta la massa della Terra, ma ancora ciascuna delle sue parti gravitasse

verso la Luna, più o meno, secondo che trovasi più o meno lontana, di qua, o di là dal centro. E finalmente la figura di tutta la Terra, quella in cui tra le piccole variazioni del flusso si equilibrano tutti i mari, restando costantemente più sollevati sotto all'Equatore, dov'è maggiore la rapidità del moto diurno, e più bassi intorno ai poli, indicava ancora che tutte le parti della Terra gravitassero le une verso delle altre. La Luna, Giove, Saturno, i loro satelliti, il flusso e riflusso del mare, la figura della Terra, le piccole variazioni del moto diurno, presentavano da considerare l'idea dell'attrazione universale di tutti i corpi maggiori e minori dell'universo, e di tutte le particelle dei corpi verso di tutte, nella ragione semplice delle masse che attraggono, e nella ragione reciproca dei quadrati delle distanze.

L'idea d'infinite forze, d'infinite direzioni, di variazioni infinite e di direzioni e di forze, sicuramente è l'idea più grande e più maestosa che siasi mai presentata alla mente degli uomini. Per poterla sviluppare in tutti i suoi rapporti infiniti, per ridurre l'idea, e le altre ipotesi precedenti ad un rigoroso esame, non vi era altra maniera se non di supporre

che questa veramente fosse la legge universale di tutti i corpi, di calcolarne tutti i risultamenti, e vedere se tutti corrispondevano precisamente ai fenomeni già conosciuti. Ma qual ammasso di rapporti, di elementi e di cose rimaneva così da sbrogliare? Variandosi continuamente le distanze, le forze, le direzioni di tutti i corpi che si muovono, e di tutte le particelle dei corpi, non si sarebbe finito mai se in tutti gli archetti descritti si fossero voluti separar gli elementi e sommare l'un dopo l'altro. Vi voleva un metodo facile di calcolar l'infinito, e di passare dagli elementi e dalle differenze alle somme, e dalle somme alle differenze. Cavalieri, Roberval, Wallis, degli altri geometri vi erano già riusciti in qualche parte. I problemi dell'attrazione universale e della resistenza dei fluidi esigevano assolutamente che i metodi di trovare le differenze e le somme si estendessero a tutte le quantità variabili, che se ne conoscessero chiaramente i principj, e che in qualunque caso se ne rendesse più spedita e più facile l'applicazione.

Fortunatamente già da alcuni anni s'era ben avanzato il Newton in questa così ardua carriera: aveva già nelle mani il filo maestro

che lo poteva guidare per tutti i laberinti della natura. Quel Trattato sul Metodo delle Flussioni e sulle Serie infinite, che s'era lasciato distogliere dal pubblicare, conteneva gli aiuti più necessari per richiamare al calcolo le irregolarità della Luna e degli altri corpi celesti. All'idea delle quantità indivisibili aveva egli già sostituita la dottrina dei primi e degli ultimi elementi, con cui le quantità divisibili, oltre qualunque termine, crescono e scemano: aveva trovato il rapporto generale, e delle quantità variabili, e delle variazioni elementari: sapeva già la maniera di passare speditamente dalle une alle altre. Alla Geometria degl' Indivisibili aveva fatto succedere quello che allora chiamava Metodo degli Accrescimenti momentanei, ch'egli poi chiamò Metodo delle Quantità fluenti e delle rispettive loro flussioni, e che noi adesso chiamiamo Calcolo differenziale e integrale. Ma come dar qui un'idea di tutto il metodo? Come indicare l'applicazione che ne ha fatto a tutta la teoria dell'universo? Qui non si possono indicare che i principali risultamenti: e i risultamenti bastano per eccitare un sentimento di ammirazione in tutti quelli che non hanno, o tempo o vigore per riconoscerne le ragioni.

Fissata la proporzione delle due forze della Terra e del Sole, incominciò il Newton a calcolare come si debba accelerare la Luna ogni volta che passa dai quarti alla congiunzione col Sole; come si debba poi ritardare tornando di nuovo ai quarti, quali siano le variazioni che ne dipendono, della distanza dalla Terra, della curvatura dell'orbita, e di tutto il piano, in cui giace. Indicò gli altri calcoli, che avea fatto, intorno a tutte le altre disuguaglianze del moto della Luna, con qual legge succedano le une alle altre, come tutte ritornino dopo un periodo determinato, e come le stesse cause dello sconcerto di tutti gli elementi arrivino dopo di un dato tempo a riordinarli. L'impresa era affatto nuova e intralciata per ogni parte. Vi restava ancora moltissimo da calcolare, e osservare un vastissimo campo per le fatiche degli altri astronomi e degli altri algebristi. Egli, ciò non ostante, non levò la mano dall'opera se non dopo di avere trovata la maniera di accordare la teoria delle attrazioni con le tavole della Luna dentro i limiti di pochissimi minuti; e se non dopo di avere imposto la briglia e il freno dei calcoli a quell'astro licenzioso, ch'erasi sino allora sottratto a tutte le ipotesi ed a tutte le spiegazioni astronomiche.

Dall'azione del Sole sopra la Luna passando alle azioni del Sole e della Luna sul mare, dopo di averle paragonate insieme tra loro, e dopo di aver calcolata la quantità assoluta della prima, non portò egli veramente più avanti il calcolo delle altezze, delle variazioni e dei tempi delle maree, e lasciò al Mac-Laurin, ed agli altri geometri la gloria di sviluppare tutta la parte geometrica del problema. Disse però quanto bastava per aprire ad essi la strada, e per addurre la ragion fisica del flusso e riflusso del mare. Le leggi dell'attrazione universale e reciproca devono portare una diminuzione di peso in tutti i luoghi sottoposti direttamente alla Luna, e la diminuzione della gravità assoluta verso la Terra deve fare che le acque sotto alla Luna acquistino un'altezza maggiore per equilibrarsi con le altre, che tutt'all'intorno restano meno distratte e più obbliquamente dal centro. Lo stesso deve succedere nell'opposto emisfero, dove le acque più lontane dalla Luna risentono un'attrazione minore di quella che si esercita dalla Luna sul centro della Terra, onde, rispetto allo stesso centro, è come se fossero attratte con una direzione opposta e contraria. Intesa così la ragione, per cui le

acque nei mari liberi debbono colmeggiare di qua e di là dal centro, nei luoghi sottoposti alla luna, e opposti dall'altra parte; non vi è più difficoltà alcuna d'intendere come i due colmi, seguitando il moto della luna, quand'è unita col sole, formino il flusso due volte il giorno; e come nel discostarsi della luna dal sole il colmo maggiore delle acque risguardi tanto più da vicino la luna quant'essa vi ha più parte del sole. E con ciò era bastantemente spiegato il fenomeno, che indusse quell'antico filosofo a gettarsi nel mare per la disperazione di non intenderlo.

Dal mare passando il Newton a considerare la massa intera della terra e il moto con cui si rivolge giornalmente intorno a sè stessa, vide che tutte le particelle col moto circolare devono concepire anche uno sforzo di allontanarsi dall'asse del moto, e più quelle che, essendo più lontane dall'asse, descrivono per ciascun giorno un circolo maggiore. Con ciò conobbe che dovea esservi una graduata diminuzione di tutta la gravità andando dai poli della terra all'equatore, una minore speditezza delle vibrazioni dei pendoli di egual lunghezza, la necessità di raccorciare i pendoli verso l'equatore per avere in un dato tempo

lo stesso numero di vibrazioni che ai poli, e la diminuzione della gravità portava pure per conseguenza, che, a fine di equilibrarsi tutte le parti della terra, devono restar sollevate ad una maggiore altezza intorno all'equatore. Il Newton presentì ciò che il Mac-Laurin arrivò poi a dimostrare direttamente molti anni dopo, che la figura dell'equilibrio debb'esser quella di una sferoide schiacciata ai poli: vide come attraverso di un velo ciò che gli altri dovevano distinguer meglio, aiutati come da un microscopio. Ma non arrivò poi a calcolare rigorosamente se non la differenza della maggiore altezza della terra sotto all'equatore, e dell'altezza minore nei poli: e nella supposizione delle parti tutte omogenee trovò la differenza di miglia diciassette, ch'è circa un dugentrentesimo del semidiametro della terra.

E finalmente dai mari e dalla terra volgendo egli di nuovo lo sguardo al cielo, e ricercando qual altro giuoco potesse nascere dall'attrazione di tutte le differenti parti d'una sferoide, vide che quando il sole e la luna restano fuori del piano, e del circolo dell'equatore, quel di più di materia terrestre, che vi si attornia, col di più di attrazione, che ne risente, deve produrre una piccola devia-

zione dell'equatore e dell'asse del moto diurno. Questo così piccolo bilanciamento è appunto quello per cui il piano dell'equatore passa a tagliare il piano dell'eclittica sempre più addietro per un arco di circa cinquanta minuti secondi per anno, e per cui gli equinozi da un anno all'altro anticipano di altrettanto: quello per cui le stelle fisse relativamente ai punti equinoziali si avanzano. Il Newton spinse lo sguardo sin dentro a tutta la massa della sferoide: tentò di conoscere in qual maniera dalla terra esteriore passassero le forze a ripartirsi sino al centro; e quantunque sbagliasse della metà nel dedurre il moto della materia sovrabbondante intorno all'equatore dalle piccole deviazioni dell'orbita della luna, ci seppe però indicare la ragion fisica d'uno dei più arcani fenomeni di tutta l'astronomia, e ci aprì la strada per poterlo poi rettamente sottomettere al calcolo.

Tutta l'opera fu terminata nel 1686, nel primo anno del regno di Giacomo Secondo, mentre l'Inghilterra fluttuava tra le fazioni dei Whigs e Torys, mentre non si parlava comunemente che di congiure, di congiurati, di supplizi, di Jefferies e di Kirke. Noi non ci ricordiamo adesso dei nomi di quei due

carnefici, che per gettare il disprezzo, e l'orrore sulla loro memoria, non leggiamo senza un intimo sentimento di compassione verso la nostra specie il dettaglio delle civili turbolenze di quel tempo; e volgiamo un sereno sguardo sul pacifico monumento, che ci ha allora lasciato il Newton, della felicità letteraria della nazione. Gli rendiamo adesso dal continente tutti gli onori, che non si potevano rendere subito dopo la pubblicazione dell'opera dei Principj Matematici. Il sistema delle pubbliche scuole d'Italia e Francia non lasciava allora che così presto vi potesse penetrare la luce della nuova filosofia. La moltiplicità, la grandezza e la difficoltà delle cose, ch'erano esposte in quell'opera, la rendevano superiore alla capacità della maggior parte dei matematici e dei filosofi di allora. Ciò che vi si teneva nascosto, ciò che di più dovea aver fatto l'Autore, la serie delle dimostrazioni, e dei calcoli soppressi eccedeva anche le forze dei matematici del prim'ordine. Vi voleva più di un mezzo secolo per intendere pienamente quell'opera, e per sentirne tutto il valore.

Nelle pubbliche scuole e nelle accademie di Francia non si vedevano allora che i vor-

tici, e la materia sottile, striata e globulosa. Le prime definizioni del Newton, i termini di attrazione e d'inerzia incominciarono a ritrovarvi delle difficoltà. Gli fu obbiettato subito che volesse ricondurre così nella fisica le qualità occulte dei vecchi peripatetici, come se egli non si fosse abbastanza spiegato di adoperare indifferentemente le parole di attrazione e d'impulso nel centro, e così d'indicare non la cagione, ma l'effetto e il fenomeno. Il Gesuita Castel, che aveva attaccato la teoria della luce e dei colori, non risparmiò neppure i principj della teoria della Gravità. Egli, essendosi messo a studiare le prime leggi del moto nelle orbite elittiche, e non avendo inteso come la forza di gravità vi si combinasse insieme con la forza centrifuga, che nasce dal moto di proiezione, produsse come una difficoltà decisiva, che i pianeti nelle minori distanze, essendo attratti più fortemente verso il centro, non avrebbero più potuto incominciare a scostarsi e passare alle distanze maggiori. Un altro Gesuita, il Gouye, che allora occupava un luogo nell'Accademia delle Scienze, attaccò ancora i principj dei nuovi calcoli dell'infinito, vi eccitò contro in Francia anche il Rolle, e si trovò secondato

in Olanda dal Niewentiit: e così si perdette il tempo nel fare delle difficoltà intorno ai principj dell'opera in vece di studiarla meglio o almeno di rispettarla.

La maggior parte delle scuole d'Italia, affidate in quel tempo ai Gesuiti, ridotte ad una disciplina monastica, e sistemate con altre viste e con altri fini particolari, erano ancora più oscure e caliginose. Vi si cercava più la subordinazione che la solida istruzione de' giovani: vi s'insegnavano le qualità occulte, gli enti di ragione, la distinzione virtuale, l'ingenerabilità e l'incorruttibilità dei cieli, le influenze della luna e degli altri pianeti. La quiete della terra formava come la base degli studi astronomici che vi erano allora permessi. Due Gesuiti di maggior nome, il Riccioli ed il Grandami, avevano impiegato la mediocrità de' loro talenti per ricavare dalla caduta dei corpi gravi, e dal supposto magnetismo terrestre due supposte dimostrazioni dell'immobilità della terra; e tutti i loro seguaci, sistematicamente insegnandole, avevano precluso ogni adito alla nuova fisica della terra e dell'universo. Il Riccioli non voleva ammetter neppure che Giove e Saturno coi loro satelliti si movessero intorno al Sole.

La persecuzione del Galileo, che là nel centro dell'Olanda avea messo il Des Cartes quasi in procinto di dare alle fiamme tutti i suoi scritti, dovea ritenere di più un Italiano da qualunque scolastica novità. Gli esteri saranno abbastanza giusti nei loro giudizi quando a tutto ciò che si è scritto, e che si è fatto in Italia aggiugneranno tutte le difficoltà e le opposizioni che vi sono state da superare.

Quando si pubblicò in Inghilterra l'Opera dei Principj, il Viviani in Firenze, e l'Angeli in Padova sostenevano tutto l'onore della geometria italiana; ma, accostumati com'erano già da tant'anni ad un altro genere di ricerche e di metodi, non erano quasi più in tempo di seguitare quelli del Newton. Giovanni Bernoulli, allora giovine di vent'anni, incominciava appena ad entrare nella carriera degli studi più sublimi. Domenico Cassini, che dall'Italia avea portato alcuni anni prima le scienze astronomiche in Francia, il Marchese dell'Hôpital ed il Varignon erano in caso di giudicare del merito di alcune sezioni più tosto che dell'opera intera: e il Marchese dell'Hôpital dimandava agl'Inglesi, che venivano da Londra a Parigi, se il Newton mangiava, beveva e dormiva come gli altri uo-

mini, o s'era un genio affatto sciolto da qualunque forma corporea. Giacomo Bernoulli, Cristiano Huygens, Guglielmo Leibnitz erano allora i tre sommi giudici, che il Newton potesse trovare nel continente: il primo s'era tanto avanzato nella scienza dell'infinito; il secondo avea fatto precedere la teoria del moto circolare a quella del moto elittico; il terzo avea già pubblicati i Principj del Calcolo differenziale e integrale.

Quei tre celebri matematici furono presi di maraviglia per la grandezza dell'opera, per la novità e la moltiplicità delle cose e dei metodi che vi erano esposti, per l'estensione e la perfezione, a cui vi erano portate alcune materie già trattate da altri scrittori, come le ricerche sulle Ovali Diottriche del Des Cartes, e quelle dell'Huygens sull'eguaglianza dei tempi delle cadute nei corpi gravi. Ma dovea essere molto maggiore la loro maraviglia per tutto ciò che non arrivavano ancora ad intendere, e ch'era solamente indicato in quell'opera, per tutt'i metodi geometrici ed analitici che vi si tenevano ancora celati, per il di più che restava segreto presso all'autore. E qual senso dovea mai fare in ciascuno di essi l'artifizio ritrovato dal Newton per calcolare le

vibrazioni dei fluidi elastici? La descrizione indicata da lui di quel solido, che, avanzandosi direttamente in un fluido, soffre una resistenza minore di qualunque altro corpo formato sopra la stessa base? Quell'appendice della teoria lunare, dove, come se fossero troppo diffusi i calcoli antecedenti, si accenna laconicamente il risultamento di tanti altri calcoli, e si riducono alla delineazione di un circolo le variazioni dell'eccentricità, e dell'apogeo della luna; e le altre equazioni più piccole che ne dipendono? E quanto poi dovea crescere la sorpresa nel sapere che il Newton con la sua naturale semplicità avea dato a quell'opera il titolo di Principj, perchè la riguardava come puramente elementare, e nella prefazione avea dimandato modestamente, che tutt'i difetti fossero più tosto emendati che redarguiti?

I matematici d'Inghilterra, sempre giusti e conseguenti verso l'autore, concentrarono in quell'opera i loro maggiori studi. L'Halley, che ne aveva preso a suo carico l'edizione e l'incisione dei rami, e che ne aveva letto alcune sezioni nelle adunanze della Società Reale di Londra, vedendo passar tante cose sotto ai suoi occhi, esultò di allegrezza e di mara-

viglia, e spiegò il proprio entusiasmo con una cinquantina di versi, che fece stampare in fronte di tutta l'opera: poi si applicò particolarmente a quella parte che riguardava la Teoria delle comete e, calcolando con immensa fatica le orbite di ventiquattro comete più conosciute sino a quel tempo, restrinse tutto il divario delle osservazioni e della teoria a due soli minuti e mezzo. David Gregory e il Pemberton studiarono lungamente per adattare all'intelligenza de' giovani geometri quella parte ch'era puramente geometrica e fisica. Keill trovò alcune altre formole intorno alle leggi dell'attrazione universale, e cercò di ridurre a qualche legge l'attrazione particolare de' corpi più piccoli e più vicini. Machin vi aggiunse degli altri teoremi assai semplici ed eleganti intorno ad alcune irregolarità della luna. Gli altri matematici inglesi studiando le scoperte del Newton trovarono un vasto campo di aggiugnerne col tempo delle altre. I comuni loro suffragi si sparsero per tutta la nazione. Quelli che non potevano intendere l'opera dei Principj si conformarono al giudizio degli altri che l'intendevano. Tacquero tutte le piccole passioni, le rivalità, il sospetto, l'invidia. L'Hook sarebbe stato riguardato

come un ribelle se avesse portato più avanti le sue pretensioni. La libertà nazionale, che in quel governo dà luogo a tant' altre disparità di opinioni ancora negli oggetti più grandi della legislazione, della guerra e del commercio, non lasciò disparità alcuna su quest' articolo. Il sentimento comune fu quello dell' ammirazione. L' Inghilterra insegnò coll' esempio cosa dovea fare l' Italia col Galileo.

Quelli che si trovavano allora alla testa della nazione furono gl' interpreti de' di lei voti, e i ministri della pubblica riconoscenza. Pensarono a tutto ciò che potevano essi accordare: assegnamenti, cariche, titoli e distinzioni. Erano allora passati i tempi calamitosi di Giacomo Secondo, e l'Inghilterra incominciava ad avere una forma tranquilla e stabile sotto il re Guglielmo. Il Lord Montagne, poi conte di Hallifax, era gran cancelliere del regno, protettore delle scienze, e uomo di scienze egli stesso. Egli nel 1696 ottenne da quel valoroso e magnanimo principe al Newton la soprintendenza alla zecca; e comunque nel dimandar quell' impiego avessero parte gli uffizi e le grazie della nipote, si vide passare il Newton dalla mediocrità degli assegnamenti

di Cambridge allo stato della ricchezza. Non mancò allora più nulla ai comodi della sua vita: allora potè egli unire alle sue virtù anche l'esercizio di quella, che non è ordinariamente a portata degli uomini di lettere, la generosità, e la beneficenza co' suoi amici: e potè poi lasciare in morte per sessantacinque mila zecchini di mobili. Con ciò ancora non parve che si fosse fatto abbastanza per lui. Nel 1703 fu fatto presidente della Società Reale di Londra, ch'è il sommo degli onori letterari del regno; e nel 1705 fu fatto cavaliere dalla regina Anna, e così ebbe un rango alla corte, ed onorò il rango istesso nell'ottenerlo.

Egli avea già incominciato ad entrar negli affari sino dallo stesso anno dell'edizione dei suoi Principj, quando fu deputato dall'Università di Cambridge al re Giacomo Secondo per sostenerne gli antichi privilegi, che venivano allora attaccati. Nell'anno dopo fu eletto membro del Parlamento: e lo fu un'altra volta nel 1701. I privilegi dell'Università furono difesi alla corte con una eloquenza semplice, rispettosa ed energica; e nella camera del Parlamento diede egli a vedere quant'era facile d'informarsi degli affari del regno per

chi avea combinato insieme i più arcani rapporti dell' universo. Gli affari civili, politici ed economici, quando siano ben intesi, si riducono sempre a dei rapporti molto precisi, a certe particolari combinazioni, che devono più facilmente comprendersi da quelli che sono più abituati all' astratta applicazione dei calcoli. Non hanno essi bisogno che di avere sott' occhio tutta la serie dei fatti, delle circostanze e dei tempi da combinarsi. Lo spirito geometrico, lo stesso metodo delle scoperte fisiche e matematiche è quello che si ricerca negli oggetti più grandi della legislazione e del commercio. Da per tutto vi sono dei pregiudizi da combattere, degli antichi sistemi da riformare, dei dati fisici da riconoscere, da per tutto bisogna rettificare le prime idee, e passare dall' una all' altra per una serie di lunghi e continuati ragionamenti: bisogna ricercar sempre alla stessa maniera e far conoscere agli altri la verità.

S'ebbe una prova di ciò mentre il Newton soprintendeva alla zecca d' Inghilterra. La scoperta dell' America, il commercio delle Indie Orientali avea da molto tempo accresciuta la quantità e variamente alterata la proporzione dei due metalli, che rappresentano tutte

le ricchezze, l'oro e l'argento. L'oro si valutava allora in Inghilterra un poco più per rapporto all'argento che nelle altre nazioni: le diverse monete di ciascun metallo non erano ben proporzionate tra loro: il valor numerario non corrispondeva precisamente al valor reale. Il cambio, il commercio interno, ed esterno, gl'interessi privati e pubblici ne risentivano un pregiudizio gravissimo. Il Newton cominciò dai saggi di tutte le monete estere e nazionali, che allora erano in corso. L'industria fisica e chimica non fu mai applicata più scrupolosamente alle sperienze economiche. E dopo di avere riconosciuti da sè medesimo i dati più necessari per proporzionare fra loro le parti monetate di ciascun metallo, pensò come si potesse proporzionare un metallo coll'altro e avvicinare di più l'oro all'argento. Tra cinque, o sei partiti differenti da prendersi scelse egli quello ch'era numericamente più semplice, di lasciare la ghinea e lo scellino com'erano, di levare il rotto di sei denari nel valor numerario della ghinea, e di ridurla a scellini ventuno: e con ciò conformossi alle antiche leggi del regno, che prescrivevano di tenere un campione inalterabile in tutti i cambiamenti delle monete, e che que-

sto dovesse esser l'argento. Furono così corrette le proporzioni, fu regolato il valore intrinseco, senza dar nulla alla forma esteriore del conio, furono tolti in gran parte gli abusi monetarj di allora; e si sarebbero tolti ancora gli abusi consecutivi, se, essendosi novamente diminuita in Inghilterra dopo quel tempo la proporzione dell'oro e dell'argento, si fosse continuato sulle massime istesse a diminuire il valor numerario dell'oro.

La riforma della zecca gli fece dei nuovi meriti presso di tutta la nazione, col ministro che lo avea promosso e con la corte del re Guglielmo. Fu anche più distinto alla corte nei tempi della regina Anna, che lo creò cavaliere, e in quelli di Giorgio Primo. La moglie di Giorgio Secondo, allora principessa di Galles, e poi regina d'Inghilterra, avea lumi bastanti per conoscere il di lui merito, avea sentimenti per favorirlo, lo consultava famigliarmente in tutti gli ordinari suoi studi; non le pareva d'essere instrutta abbastanza se non da lui: soleva dire di credersi ben fortunata nell'essergli contemporanea e vicina. Nella storia letteraria deve onorarsi il nome di quella gran principessa. Era essa Dorotea Carlotta, figlia di Giovanni Federigo Margra-

vio d'Anspach. Gli studi cronologici e istorici erano più da lei coltivati, quel genere istesso di studi, che Sir Isaac molti anni prima aveva incominciato ad intrecciare come un sollievo ordinario alle più astruse meditazioni di Cambridge. Si fece egli un dovere di secondare il gusto letterario della principessa Carlotta, e di portare sotto ai suoi occhi delle opere istoriche e cronologiche. La Società Reale di Londra aspettava da lui molto più.

Quando si vide alla testa degli affari letterari del regno, si sciolse da tutte le altre particolari considerazioni, e non ebbe altro pensiero che quello di eccitare l'entusiasmo della nazione con le sue opere. Nel 1704, un anno dopo che fu nominato presidente, pubblicò la sua Ottica, e vi aggiunse due Trattati Analitici, l'uno sulla Quadratura delle Curve, l'altro sull'Enumerazione di settantadue Curve, che chiamansi del terz'ordine. La sua Aritmetica Universale si stampò in Cambridge nel 1707, senza di lui saputa, anzi con qualche dispiacere, perchè non riguardava quel libro, in tante parti così sublime, che come puramente elementare, e compilato unicamente per gli usi della sua scuola. I due Trattati sull'Analisi delle Equazioni infinite, e sul me-

todo differenziale furono pubblicati da lui medesimo nel 1711. Il libro sul Sistema del Mondo, e il Trattato sul Metodo delle Flussioni, e sulle Serie infinite con l'applicazione alla geometria delle curve, girarono più lungamente manoscritti. Le scoperte analitiche comprese in questi Trattati, per la sottigliezza loro sfuggono a qualunque descrizione, che se ne volesse mai dare senza impegnarsi nella serie dei calcoli: il rettangoletto, che serve per portare le approssimazioni del calcolo oltre qualunque limite di esattezza, le regole generali per trovare tutti i casi possibili e impossibili di un problema, il metodo di riquadrare le curve, riconoscerle per ogni parte, e nei rami che si stendono all'infinito, e nei ravvolgimenti più piccoli di qualche punto. Queste, che sono le di lui più sottili scoperte, non si possono bastantemente indicare con alcune nozioni vaghe, con termini generali. I rapporti analitici sono troppo precisi: non si possono avvolgere nel linguaggio della conversazione: o bisogna intenderli pienamente, o non vi è più nulla da intendere.

In nessuna società letteraria non vi fu mai un esempio più luminoso e più grande per la parte di quello che presiedeva: e non vi

fu una combinazione più fortunata per la parte di quelli che vi dovevano corrispondere. Machin era allora il segretario della Società Reale: Halley era l'astronomo di Greenwich: Cotes, Smith, Wisthon erano professori in Cambridge: Gregory, Keill, Bradley in Oxford. Stirling nel 1717 fece un Commento al Trattato delle Linee del terz'ordine, e nel 1725 applicò il metodo differenziale del Newton alla teoria delle curve. Nello stesso anno il Mac-Laurin arrivò a dimostrare le regole del Newton per tutti i casi, in cui si rende impossibile la soluzione di un problema. Taylor, Moivre e molti altri continuarono sotto i suoi occhi le ricerche più sottili e ingegnose. Tutti insieme erano come rami, che prendevano forza e vigore dal tronco principale, e formavano un solo corpo con lui. La Società Reale, allora salita al colmo della gloria letteraria, riguardò la sua gloria come strettamente unita a quella del Newton, prese un comune interesse in tutto ciò che vi avea relazione, e trattò come sue proprie tutte le differenze che sono insorte, e intorno alla teoria dei colori, e intorno alla prima invenzione dei calcoli dell'infinito.

Si terminarono facilmente le controversie

insorte sull'ottica quando si diffidarono gli esteri sulla perfezione dei loro vetri, e s'indussero a far venire i prismi di Londra. Il Desaguliers ripigliò solennemente la serie di tutti gli esperimenti ottici del Newton: la piena conformità dei risultamenti fu registrata nelle Transazioni Filosofiche del 1716: e così si finì una volta, e per sempre di disputare. Fu assai più clamorosa la controversia che insorse col Leibnitz intorno alla prima invenzione del Calcolo differenziale e integrale. Le forze e la celebrità dei due atleti, che contendevano, l'impegno che Giovanni Bernoulli e Niccolò suo figliuolo presero a favore del Leibnitz, il fervore di tutti i matematici inglesi nel difendere il Newton, ciò che in quella occasione guadagnò l'algebra, la dignità del giudizio, che ne ha fatto la Società Reale di Londra, la parte, che vi presero le due nazioni, l'Inghilterra e la Germania, fecero che tra le altre vicende della più piccola letteratura quella si abbia da riguardare come la guerra delle principali Divinità dell'Olimpo. Si possono dimenticare tant'altre minori dispute: ma sarà sempre interessante il dettaglio di tutto ciò ch'è seguito nell'invenzione del calcolo differenziale

e integrale; e un Italiano deve avere di più l'interesse di dire adesso ciò che nel fervore della questione non era stato ben avvertito dagli esteri.

Lo stesso metodo di calcolare le quantità infinitamente piccole, con una diversa metafisica, e con una diversa simbolizzazione del calcolo fu pubblicato dal Leibnitz negli Atti di Lipsia nel 1684, e tre anni dopo dal Newton nel secondo libro de' suoi Principj Matematici. E l'uno e l'altro riscossero tutti i dovuti applausi, e videro senz'alcuna gelosia che il metodo si studiava sotto una forma e e l'altra, e che alcuni anni dopo s'era anche reso più facile nelle due Opere del Marchese dell'Hôpital e del Wallis. Nella prima di esse, che uscì alla luce nel 1696, erano adottate le espressioni simboliche del Leibnitz, e quelle del Newton nella seconda, che uscì nel 1699. Un anno dopo la pubblicazione dell'Opera dell'Hôpital fu ancora tranquillamente proposto da Giovanni Bernoulli il famoso Problema della Curva, detta da lui Brachistocrona. Dati due punti talmente situati, che la linea retta tirata dall'uno all'altro non fosse nè perpendicolare, nè paralella all'orizzonte, ma obbliqua, si dimandava in qual li-

nea curva dovesse cadere un corpo per arrivare dal punto superiore all'inferiore nel minor tempo possibile. Newton, Leibnitz, Giacomo Bernoulli, il Marchese dell'Hôpital, soddisfecero compitamente al quesito: e Giovanni Bernoulli, vedendo la soluzione del Newton, disse che quella era l'unghia di un gran leone, e che il leone era facile da riconoscersi. In somma dopo la stampa dei Principj Matematici si passarono dodici anni senza contestazione di sorte alcuna.

Due piccoli accidenti ne diedero l'occasione. Un certo Fazio di Duiller, che si era già fatto un nome con un' altra soluzione del problema della brevissima discesa, e che poi, abbandonando l'algebra e il calcolo, si riscaldò nei partiti teologici, sino a impegnarsi pubblicamente di risuscitare i morti di Londra, scrisse nel 1699 che il Newton era il primo inventore dei nuovi metodi, e che Leibnitz se gli era appropriati. Questi si dolse col Duiller, e con la Società Reale: scrisse con tutti i riguardi maggiori per il Newton, e allora la controversia restò sopita. I giornalisti di Lipsia nel 1705, dando un estratto del libro sulla quadratura delle curve, si espressero equivocamente come se il Newton

avesse preso qualche cosa dal Leibnitz. L'equivoco dell'espressione accese tutto il fervore dei geometri inglesi, e come se nella persona del Newton fosse insultata tutta la nazione, rispose il Keill per tutti, e ribattè l'insulto scrivendo che il Leibnitz non avea fatto altro che sostituire il termine di differenza a quello di flussione. Leibnitz pubblicamente accusato di plagio dimandò alla Società Reale che il Keill si ritrattasse; e questi replicò ancora con più fervore, ed impegnò maggiormente la disputa. La Società Reale nominò allora dei commissari per riconoscere le ragioni e i principj di tutta la controversia; e il giudizio de' commissari fu che da un manoscritto del 1669, e da una lettera scritta dal Newton all'amico Oldemburgo del 1676 risultava, che il Newton avesse conosciuti quei metodi prima del Leibnitz, e che non gli avesse conosciuti il Leibnitz se non dopo di aver veduto la stessa lettera nel suo secondo viaggio d'Inghilterra.

I matematici di Germania risposero che in quella lettera non erano bastantemente indicati i principj del nuovo metodo, e continuarono a sostenere le parti del Leibnitz, ch'era stato il primo a pubblicarli. I mate-

matici della Francia riconobbero l'anteriorità delle scoperte del Newton, senza credere però che il Leibnitz avesse preso da lui qualche cosa. Quelli d'Italia non ebbero allora parte nella questione, e possono adesso parlare liberamente. — La maniera, con cui venivano considerate dal Newton le variazioni successive di tutte le quantità variabili, era più precisa e geometrica di quella con cui si trattavano dal Leibnitz le quantità infinitamente piccole. Ma la questione non riducevasi alla semplice metafisica del calcolo, che in una maniera e nell'altra portava sempre i medesimi risultamenti. La stessa idea degl'infinitamente piccoli era già stata introdotta dal Keplero nella Geometria; e il Cavalieri aveva indicato l'altro principio fondamentale dei nuovi calcoli, che l'infinito può essere maggiore o minore l'uno dell'altro. Cavalieri, Roberval, Wallis avevano insegnato a sommare tutti i prodotti di una quantità variabile moltiplicata qualunque numero di volte in sè stessa. Il Barrow avea ritrovato il metodo di tirare le tangenti delle curve, e il Fermat quello di ritrovare le quantità massime e minime. Il passaggio dai casi, che questi geometri avevano considerato, a tutti

gli altri, dalle quantità semplici alle composte, non era così grande da meritare il titolo d'invenzione. A che cosa adunque riducesi il merito principale dei nuovi metodi? Alla maggiore semplicità dei metodi che già si sapevano, alla maggior estensione che vi si è dato, alla generale applicazione che se n'è fatto; e il Leibnitz, di concerto con l'amico Bernoulli, ne ha fatto l'applicazione a tre o quattro problemi; il Newton a tutta l'algebra, la meccanica, l'ottica, l'astronomia.

La controversia trattossi dalla Società Reale senza che il presidente vi avesse parte: fu della nazione inglese, e non del Newton; o che egli si riposasse tranquillamente sull'amicizia de' suoi compatriotti, o che fosse ben superiore alla gloria d'un'invenzione. La Società Reale nel 1712 pubblicò il rapporto de' commissari con le lettere che vi appartenevano: e ciò non fece che irritare anche più il Leibnitz. Egli nell'anno susseguente contrappose a quel giudizio una lettera di Giovanni Bernoulli, in cui si rilevava un certo errore del Newton nell'assegnare le quantità infinitamente piccole del second'ordine; errore, che restava come isolato nel libro sulla Quadratura delle curve, ma che portò poi

degli altri errori di seguito nel secondo libro dei Principj e nella teoria sulla Resistenza de' Fluidi. Quel fervido ed illustre amico del Leibnitz, diede anche di più all'amicizia. Cercò in tutta l'Opera dei Principj se vi era da correggere qualch'altra cosa: e come se cinque lustri dopo la prima edizione non vi fossero ancora lumi bastanti per esaminare il terzo libro, la teoria della luna, e i problemi della figura della terra e della precessione degli equinozi, si ridusse il Bernoulli a dimandare una diretta dimostrazione di un semplice corollario del primo libro, di cui diceva però di avere riconosciuto con altri metodi la verità. Il Newton non volle allora dar nulla nè al Bernoulli, nè al Leibnitz. Lasciò rispondere al Keill che quel corollario era una conseguenza necessaria delle altre cose antecedenti: e in un' altra edizione dei suoi Principj, che fece appunto nel 1713, corresse, e perfezionò la teoria delle resistenze de' fluidi senza mostrar mai di rispondere direttamente.

Le dispute letterarie d'ordinario non conducono a nulla quando sono tra i piccoli eruditi. Tra i sommi geometri spesse volte le dispute hanno contribuito moltissimo all'a-

vanzamento di tutte le umane cognizioni. Quelle che sono insorte intorno al calcolo differenziale e integrale, hanno dato occasione alle sperienze fatte allora dal Newton nel Tempio di S. Paolo sulla Resistenza dell'aria, hanno fatto che tra il Bernoulli, e tra il Newton si portasse a maggior perfezione la teoria dei corpi solidi mossi in un fluido, hanno dato luogo a tant'altre ricerche ancora più sottili e ingegnose. Il Leibnitz per la sua parte si rivolse all'analisi, e di concerto con l'amico Bernoulli propose come una specie di sfida ai geometri inglesi il famoso problema delle Traiettorie. Dimandò loro qual è la curva che può tagliare sotto un angolo dato un'infinità di altre curve della specie medesima. Un problema così difficile non fu che uno scherzo per il Newton. Egli n'ebbe notizia tornando a casa dalla zecca assai stracco verso le quattr'ore di notte, e non volle mettersi a letto se non dopo di averne trovata la soluzione. La espose in poche righe nelle Transazioni Filosofiche del 1716, e disse di non portarla più avanti, perchè il problema era quasi di nessun uso.

Verso quel tempo un celebre Italiano, l'abbate Conti, profittando dell'amicizia e della

stima che avevano per lui i due emoli, cercò di avvicinarli un poco tra loro, e d'indurli a qualche amichevole dichiarazione. Le lettere scritte e dall'uno e dall'altro in tale occasione sono un poco più aspre di quelle degli anni antecedenti; ma non vi si oltrepassano i limiti, tra i quali è sempre permesso di disputare. Il Leibnitz, l'uomo della più vasta erudizione del secolo, intrecciando allora alle dispute matematiche e fisiche anche le metafisiche, propose alcune difficoltà intorno ad alcune espressioni del Newton sulla natura dello spazio del tempo e della materia; e queste trovarono subito in Inghilterra degli altri apologisti. Il Clarke prese sopra di sè la parte metafisica della disputa, e il Bentlei mostrò ancora ampiamente l'uso che potea farsi della fisica Newtoniana nelle dottrine più interessanti della teologia naturale. Il Newton aveva pure occupato i metafisici con tant' altre sue idee: come quella, che fu poi spiegata dal Loke nel capo decimo del libro quarto, sull'impenetrabilità, sulla mobilità, e sulla creazione della materia: e come la riflessione che fece, intorno alla necessità di una mano emendatrice dell'universo, principalmente nel caso che qualche cometa, ricadendo nel Sole

non venisse una volta a risarcire ciò che si va disperdendo continuamente coll'emanazione continua della luce. Ma egli, accostumato com'era al rigore delle dimostrazioni, ed alla precisione dei calcoli, non poteva dar poi tanto peso alle congetture dei metafisici, e li rassomigliava qualche volta ai ballerini di teatro, che, dopo tutte le prove di agilità, finiscono quasi nel luogo istesso dove incominciano.

La soluzione del problema delle Traiettorie, e la morte del Leibnitz, seguíta sul fine dell'anno 1716, sciolsero il Newton da qualunque specie di sfida e di contesa. Ma le contese già insorte continuarono ancora tra i matematici dell'isola e del continente. Taylor e Keill erano i due principali atleti da una parte; Giovanni Bernoulli dall'altra, e Niccolò suo figliuolo, passato allora come professore di matematica in Padova. L'Italia, che, dopo di aver dato i primi semi dei nuovi metodi nelle opere del Cavalieri, li aveva come perduti di vista, ne ripigliò allora lo studio, e incominciò a gareggiare cogli algebristi oltremontani. L'algebra fu contemporaneamente promossa di qua e di là da' monti; e tra tutte le sublimi ricerche di quei tempi merita di

essere particolarmente ricordato il vasto problema che il Taylor aveva cavato dai manoscritti del Cotes, e che essendo da lui proposto in aria di sfida a tutti i geometri non inglesi, interessò ancora l'Italia, e fu il soggetto degli studi più illustri e più placidi del sig. Gabriello Manfredi. Studiando le Traiettorie, le formole del Taylor, la teoria delle resistenze, quante altre cose non si accrebbero alla geometria, all'algebra, alla meccanica? Ed a che cosa si riduce poi tutto il male di quella disputa? Ad una lettera incautamente scritta dal Leibnitz alla regina Anna, e ad alcune espressioni più fervide, che sfuggirono dalla penna nella maggiore rapidità degli obbietti e delle repliche.

Il Newton confessò poi che nella disputa sull'invenzione del calcolo differenziale, per andar in traccia di un'ombra, avea perduto la sua quiete, *rem prorsus substantialem*. E questa è forse la più disgustosa combinazione dei fortunati e così gloriosi suoi studi. Quando però si rifletta ch'egli non era compromesso in quella disputa, che i matematici inglesi ne avevano fatto una causa comune alla nazione, che i matematici forestieri aveano scritto sempre coi maggiori riguardi per

lui, e che, senza accusarlo di plagio, cercavano essi unicamente di salvare il Leibnitz da questa imputazione, si vedrà a quanto poco si riducano tutti i dispiaceri letterari e le inquietudini del Newton. A ciò aggiugnendo l'importunità dei primi giornalisti di Francia, le opposizioni fatte alle teorie della gravità e dei colori, la rivalità dell'Hook, una parola che il Wisthon si lasciò cader dalla penna, tutte quante le contraddizioni degli esteri, si vedrà che ancora per questa parte l'uomo il più grande era insieme il più fortunato degli altri uomini di lettere. Nella propria nazione non ebbe mai che degli ammiratori e degli amici. La commissione delle monete fu interamente tranquilla per lui. La direzione della Società Reale fu senza contestazioni. La dolcezza del suo carattere, la graziosità istessa della fisionomia, l'affabilità con cui si teneva al livello degli altri nelle sue conversazioni ordinarie, la modestia con cui evitava qualunque discorso delle sue opere, la beneficenza a cui era abilitato da' suoi impieghi, tutte le sue virtù gli avevano guadagnato l'amore di tutti quelli coi quali conversava famigliarmente. Le sue opere gli aveano guadagnato sin da

principio la considerazione e la stima di tutti gli altri.

Dopo la pubblicazione delle opere fisiche, ottiche, astronomiche, algebriche, dopo le controversie sull'invenzione del Calcolo differenziale, dopo la soluzione del famoso Problema sulle Traiettorie, il Newton già di settantaquattr'anni, senza lasciare gli studi filosofici e matematici, v'intrecciò più di prima quegli altri dell'antichità e della storia che nel collegio di Cambridge aveano formato il sollievo e gli ordinari divertimenti della sua prima gioventù. Ma egli non era uomo da applicarsi a qualunque studio senza portarvi qualche cosa di nuovo e di singolare. Svolgendo le antiche storie osservò che Tucidide, Diodoro, Eratostene e gli altri scrittori greci, anche anteriori ai tempi in cui furono incisi i celebri marmi d'Oxford, nel fissare le prime date, contavano indifferentemente o tre generazioni o tre regni consecutivi per secolo. Poi, consultando la serie di tutti i regni antichi e moderni di non dubbiosa cronologia, d'Egitto, di Macedonia, Persia, Inghilterra, Francia, trovò che i regni ragguagliati l'uno con l'altro, non sorpassavano la durata di diciannove o vent'anni. Il conte Algarotti, scio-

gliendo la storia romana da alcuni racconti favolosi, ridusse a questi limiti anche l'epoche dei sette Re di Roma. I dodici Visconti regnarono ancor essi, ragguagliati l'uno con l'altro, diciannove anni, e in Italia non vi è da fare che una felice eccezione per le famiglie, che più di tutte protessero le belle arti, e le scienze di là e di qua dall'Appennino. Gli otto duchi Medici regnarono l'uno per l'altro ventisei anni, e i dodici duchi d'Este quasi ventotto.

Con questo principio correggendo le tecniche Cronologie dei Re di Sparta, di Messenia, di Arcadia e del Lazio, tutte l'epoche antiche venivano ad accostarsi a noi di tre secoli più di quello che avevano giudicato alcuni cronoligici, e cinque secoli più che non avevano giudicato alcuni altri: la presa di Troia non restava più lontana dalla nostr'era volgare di dodici secoli, ma di nove solamente; la spedizione degli Argonauti, ch'era anteriore di una sola generazione di padre in figlio all'assedio di Troia, ne restava lontana di circa novecentoquarant'anni: Didone veniva a farsi contemporanea ad Enea, e Pittagora a Numa. Ed è singolare la corrispondenza dei calcoli fatti dal Newton

sui diciassette Re che regnarono in Isparta dal ritorno degli Eraclidi nel Peloponeso sino alla battaglia delle Termopili, cogli altri calcoli della Fondazione di Cartagine, dei Re del Lazio, della Legislazione di Licurgo, della Spedizione di Sesostri, della Fuga di Danao dall'Egitto. Il tempo in cui Erodoto diceva di essere posteriore ad Esiodo, ed Esiodo alla presa di Troja, somministrava al Newton un altro riscontro della sua nuova Cronologia: ed i calcoli fatti sulle durate dei regni si combinavano ancora assai prossimamente coi calcoli delle generazioni, per cui Ippocrate diceva di essere il diciottesimo discendente da Esculapio per parte di padre, e per parte di madre il diciannovesimo discendente dall'Ercole Argonauta. Nell'oscurità dei tempi e delle epoche antiche bastava forse di avervi portati i lumi di tutte queste corrispondenze istoriche e cronologiche.

Ma un uomo assuefatto al cielo, quello che avea calcolato le apparenze dei moti più lenti delle stelle e della precessione degli equinozi, dovea ricercare qualche lume maggiore dalle stelle fisse e dal cielo. Raccolse egli, e considerò attentamente le memorie celesti dei tempi antichi: che ai tempi di

Esiodo sessanta giorni dopo il solstizio di estate nasceva l'Arturo nello stesso occaso del Sole; che ai tempi di Talete l'occaso mattutino delle Plejadi cadeva nel giorno venticinquesimo dopo il solstizio; che Metone ed Eutemone, scrittori anteriori alla prima guerra del Peloponeso, avevano osservato il solstizio d'estate nell'ottavo grado del Granchio. Ma sopra tutto si fermò sulla descrizione della Sfera celeste, anticamente fatta da Eudosso, seguitata da Arato, e riferita distintamente da Ipparco. Gli parve in primo luogo che, secondo il testo d'Ipparco, il coluro degli equinozi passasse anticamente per la metà, non già del segno, ma della costellazione di Ariete, e il coluro dei solstizi per la metà della costellazione del Granchio: il che rapportato ai punti equinoziali di adesso, e ragguagliato con le variazioni annue delle stelle, darebbe 937 anni innanzi all'Era volgare. Gli parve in oltre che quella descrizione, le allusioni e tutti i nomi delle costellazioni si dovessero riferire alla spedizione degli Argonauti. Gli altri riscontri ricavati da Esiodo, da Talete, Metone ed Eutemone, si combinavano con quell'epoca: e così le memorie del cielo, e tutti i calcoli delle generazioni e

dei regni formavano un complesso di tante congetture, che, quantunque ad una ad una soggiacciano a molti dubbi, hanno però tutte insieme quel maggior peso che si può desiderare in un' arte puramente congetturale.

Così appoggiando il Newton l'astronomia alla storia, la storia all'astronomia, corresse l'epoche generali degli avvenimenti più celebri di tutta l'antichità, e di là passando ai fasti particolari delle più celebri nazioni, degli Assiri, degli Egizi, dei Greci, vi portò tutta la sagacità di uno spirito accostumato alle più delicate combinazioni, e ci lasciò da per tutto dei modelli eccellenti della maniera di congetturare in quelle materie, che non si possono ridurre alla dimostrazione ed al calcolo. E qual serie di congetture può essere più ingegnosa di quella con cui fissò i tempi del Re Amenofi, del Re astronomo, che, per avere aggiunto all'anno comune la correzione dei cinque giorni, fu sepolto dagli Egizi in mezzo ad un circolo d'oro, di trecentosessantacinque cubiti di giro, corrispondenti ai giorni dell'anno, e segnati col tramontare e col nascere delle stelle? O qual congettura più felice di quella con cui determinò la lunghezza del cubito egizio? Date le dimensioni

di una piramide, la base, il sedile, l'ingresso, l'altezza e la larghezza di ciascun ordine di pietre sino alla cima, trovò che tutte le dimensioni si risolvevano in numeri interi senza alcun rotto, supponendo che la lunghezza del cubito, usitato allora in Egitto, fosse di un piede e due terzi d'Inghilterra. Può esser questa una semplice casualità? O sarebbe mai da presumersi che quegli antichi architetti, in un monumento libero, e così grande, avessero preferito i rotti agl'interi per tutte le dimensioni?

Quand'era più affaticato dai calcoli sulla teoria della luna e sulla quadratura delle curve, si sollevava il Newton con le osservazioni di questo genere, a un dì presso come il Malebranche si sollevava coi giuochi fanciulleschi dalle più astratte meditazioni della sua metafisica. Queste medesime idee nella vecchiaia gli fornivano un grazioso soggetto di conversazione con la principessa di Galles. Qualunque però potesse esser il merito della novità, della sottigliezza e della moltiplicità dei riscontri, egli era ben lontano dal pubblicare la sua Cronologia. Non bastarono le replicate istanze di quella gran principessa per averne un semplice estratto. Si dovettero interporre in suo

nome gli uffizi, e le insinuazioni dell' abate Conti per ottenerlo. Essa custodì poi l'estratto gelosamente come un prezioso segreto ch'era confidato a lei sola. Un' altra copia, che ne avea ritenuto l'abate Conti, servì a propalare in Francia tutto il segreto. L'estratto vi fu dato alle stampe: il Souciet fece subito delle obbiezioni sulla durata dei regni e sull'argomento astronomico, che avea fatto levare al-l'epoche antiche i tre secoli; e così non vi fu parte alcuna degli studi del Newton che non sia stata attaccata subito dai Gesuiti. Egli rispose succintamente nelle Transazioni del-l'anno 1725; e siccome le difficoltà del Souciet nascevano dall'avere confusi i regni e le generazioni, le costellazioni e stanze dello Zodiaco, dal non avere inteso i principj della nuova Cronologia, sentì egli il bisogno di pubblicarne tutto il dettaglio. Nell'ultimo anno della sua vita ne raccomandò l'edizione al Genero Conduitt, quello a cui avea rinunziato le incombenze della zecca, e lasciò all'amico Halley la cura di continuare l'apologia contro il Souciet.

Il successo della Cronologia fu ben differente da quello dell'Ottica e della Fisica. Sono già svanite da molto tempo tutte le dif-

ficoltà proposte sulla natura dei colori e sulla teoria della gravità: non vi è restata che una sola e comune opinione. Le sperienze dell'Accademia di Bologna sono state contrapposte in Italia a quelle del Rizzetti; i Commenti fatti in Roma ai Principj Matematici ne hanno in gran parte facilitata l'intelligenza: i Dialoghi del conte Algarotti hanno avvicinato i Principj della Fisica Newtoniana anche agli studi femminili. Nella Cronologia sono ancora divisi i suffragi: molti illustri scrittori sono restati di opinione contraria; e tra essi io devo particolarmente, e per un sentimento di stima abituato da molti anni, indicare e onorare l'Autore dei quattro Libri sulla Spedizione degli Argonauti, che dopo di essere passato dall'Università di Padova alla testa del magistrato di Milano, non lascia ancora d'illustrare diverse parti della filosofica erudizione. Ma il Newton non aveva neppure pensato che le sue idee cronologiche e istoriche dovessero mai arrivare alla memoria dei posteri. Egli si dolse con lo stampatore di Parigi, che le avea pubblicate negli ultimi anni della sua vita, si dolse con l'abate Conti che lo avesse tirato in una disputa cronologica dopo di averlo involto in altre dispute metafisiche

col Leibnitz. Quanto più dovea esser lontano dal figurarsi che gli stampatori di Londra, di Amsterdam, di Ginevra e di Losanna avessero poi da ingrossare i volumi di tutto ciò ch'è venuto loro alle mani, e sino di ciò che avea scritto sull'Apocalisse e sulle Profezie di Daniello!

Quello era propriamente uno scherzo, o più tosto un capriccio erudito di un vecchio ottuagenario, che, accostumato dalla sua prima gioventù ad impiegare tant'ore del giorno leggendo e scrivendo, si divertiva allora cercando nella moltiplicità degli eventi delle antiche nazioni l'analogia dell'ariete, del dragone, dell'irco, delle quattro bestie, e delle dieci. E come si può mai credere che un uomo abituato in tutta la vita al rigore delle dimostrazioni e dei calcoli volesse seriamente trovare in Roma il Mahuzzim, il corno dell'undecima bestia, e il monte Ardente? Che volesse condannar quelli che si sottraggono spontaneamente ai legami del matrimonio? Egli che non si era mai ammogliato, e che forse non vi aveva neppur pensato una volta: egli che, com'era persuaso di tutti i principj della religione naturale, sommesso alla divina rivelazione e attaccato alla chiesa anglicana,

era però tollerante verso i non-conformisti, e diceva di riguardare per veri non-conformisti solamente gli uomini perversi e viziosi. Quei primi studi cronologici e istorici gli servivano di riposo nei suoi voli matematici e fisici. Nei Commenti delle due Profezie bisogna riguardare unicamente il sollievo delle sue infermità, le distrazioni dell'ultima vecchiaia, di quell'età, in cui gli uomini per tant'ore del giorno hanno bisogno di tant'altri divertimenti più famigliari e piu piccoli.

Seppe egli poi coronare la sua vecchiaia con la terza edizione, che con l'aiuto del primo amico di Cambridge, Enrico Pemberton, fece nel 1726 dell'Opera dei Principj. Ciò ch'egli stesso vi aggiunse sulla teoria della esistenza de' fluidi, le osservazioni del Pound sulla Figura sferoidale di Giove, i nuovi calcoli dell'Halley sulla Cometa del 1680, e quelli del Bradley sull'altra Cometa, che apparve l'anno 1723, l'intera corrispondenza delle teorie e dei fenomeni è una sicura prova della predilezione ch'egli ha sempre avuto de' primi e più gloriosi e tanto fortunati suoi studi. La sua salute fu sempre ferma sino all'età di ottant'anni: e ancora questa favorevole circostanza cospirò in lui

al maggiore avanzamento delle scienze. Non avea perduto che un solo dente: non erasi mai servito di occhiali: aveva conservato gli occhi assai vivi, l'aspetto venerabile, la figura elegante, quantunque fosse più tosto piccolo, e negli ultimi anni un po' grasso. Dopo il 1721 cominciò ad essere incomodato da una ritenzione di urina, che lasciandogli dei lunghi intervalli di quiete finì poi in un male incurabile di pietra. Non soffrì egli moltissimo che negli ultimi venti giorni della sua vita; e non solo vide tranquillamente che n'era prossimo il termine, ma, ciò ch'è ancora più raro, mantenne sempre uno spirito superiore ai dolori più acuti, che gli facevano largamente cadere il sudore dal viso senz'alcun segno di abbattimento e d'impazienza. Sino a quel tempo continuò a leggere e scrivere per molte ore del giorno, e intendeva ancora i suoi libri. Il giorno 29 marzo del 1727 lesse le pubbliche gazzette, parlò lungamente col dottor Mead, conservò i sensi liberi sino alla sera. Allora li perdè tutti in un colpo, e, senza far testamento, morì due giorni dopo in età di ottantacinqu'anni, e tre mesi.

Il suo corpo fu esposto nello stesso luogo, e con la stessa pompa di quelli del più alto

rango, e fu portato alla chiesa del Westminster con la maggior solennità. Ai fiocchi dello strato funebre v'erano sei Pari del regno, il gran cancelliere, i duchi di Montrose e di Roxbourgh, e i conti di Pembrocke, di Sussex e Macclesfield. Il vescovo di Rochester con tutto il clero dell'Abbazia ne celebrarono le esequie. Si scelse il luogo più maestoso per il sepolcro, nel mezzo della chiesa, alla diritta di quello dell'Ammiraglio Stenhope, conquistatore di Porto Maone. Il monumento sepolcrale, che la di lui famiglia vi ha fatto subito erigere, la statua alzata nel collegio di Cambridge col prisma in mano e coll' iscrizione *qui genus humanum ingenio superavit*, i busti ed i ritratti del Newton moltiplicati per ogni parte, sono gli onori postumi che ha ricevuto in Inghilterra. In Firenze i Gesuiti avevano consultato che al Galileo non si potesse dare una sepoltura onorifica: e vi è voluta l'eredità del Viviani, perchè un secolo dopo la sua morte se gli elevasse un Mausoleo. L'Inghilterra ha sempre concordemente renduti al Newton tutti gli onori che meritava, dalla prima gioventù sino alla morte. Il di lui Elogio sarà sempre intrecciato a quello della nazione. Una nazione li-

bera riceva adesso l'Elogio libero di un Filosofo, che non avrà mai interesse alcuno con lei, e che dalla tomba del Galileo viaggiando sino a quella del Newton ha onorato nell'Inghilterra i progressi, gli onori e i premj delle scienze nate in Italia.

L'elogio maggiore che si potesse fare dai matematici del continente, la spiegazione e la continuazione delle opere, anche dopo la morte del Newton, esigeva molti anni di studio: vi volevano degli aiuti maggiori dalle diverse parti della terra e dei lumi maggiori dal cielo. Le variazioni delle maree, riconosciute in tanti porti di mare, le spedizioni fatte di Francia per misurare la graduazione dei pesi e la curvatura dei meridiani dall'equatore sino al circolo polare, il piccolo bilanciamento dell'asse del moto diurno scoperto in Inghilterra, le piccole aberrazioni dei satelliti di Giove ridotte a certe leggi nel sereno cielo di Svezia, le tavole delle Irregolarità della luna perfezionate nel centro della Germania, tante osservazioni moltiplicate per ogni parte hanno aperto un vastissimo campo a tutti i calcoli dell'attrazione universale. I premj proposti a Parigi, a Pietroburgo, a Londra, a Berlino, a Copenhague hanno ec-

citato di più i matematici ad applicarvisi. Tre sommi uomini vi hanno portato dei nuovi aiuti dell'algebra, da loro promossa e amplificata, e, dopo di avere superate le prime difficoltà intorno al Moto dell'apogeo della luna, hanno felicemente ridotto alla teoria della gravità tutt'i fenomeni conosciuti al tempo del Newton e quelli che si sono conosciuti posteriormente. Uno di essi ci è stato rapito da una morte immatura dopo di avere prevenuto col calcolo l'apparizione della Cometa tanto aspettata nel 1759. Le rive della Senna e della Neva sono ancora onorate dagli altri due.

Dopo ch'essi vi avevano tanto studiato, non vi era più da far altro che di vedere se la teoria della gravità si potesse ridurre a metodi più semplici, e se rimaneva ancora qualche cosa da aggiugnervi. L'Opera dei Principj è quella a cui io ho dato più studio e più ammirazione che a qualunque altra. Dei cinque errori, che vi ho rilevato, sulle attrazioni della terra sferoidica, sull'altezza delle maree, sulla figura della luna, sulla precessione degli equinozi, e sulle piccole vibrazioni dei fluidi; il primo non fa variare la proporzione degli assi della terra; gli altri due non richiedono che una piccola

correzione; il quarto, corretto che sia, con raddoppiare le aberrazioni dell'asse della terra le accorda meglio coi fenomeni; e il quinto, ch'era tanto difficile da intendersi, non rende meno preciso al calcolo della velocità del suono. Tra le piccole inavvertenze di queste più difficili ricerche ho fatto ampiamente vedere quanto il Newton è stato felice in tant'altre. Ho fatto vedere che la teoria del moto elittico, della figura, dell'equilibrio, del peso, e della rotazione dei pianeti non eccede le forze della sintesi, e corrisponde pienamente ai fenomeni: che la teoria delle inclinazioni delle orbite si estende sino a fissare i limiti dell'obbliquità dell'eclittica; e che quella delle variazioni delle orbite circolari, com'è stata incominciata dal Newton, e applicata ad alcune irregolarità della luna, si estende a tutte le irregolarità dei satelliti di Giove e di Saturno. Il moto dell'apogeo, le variazioni dell'eccentricità, e le equazioni che ne dipendono, ricercano i maggiori aiuti dell'analisi. Lo studio, che ho fatto per rendere più semplice la soluzione di tutti questi problemi, la fatica con cui ho cercato di applicarli alla luna, ai pianeti e ai satelliti, la Cosmografia è il maggior Elogio ch'io potessi fare del Newton.

ELOGIO

DEL CONTE

DONATO SILVA

MILANESE.

Celebrare domestica facta.
HORAT.

ELOGIO

DI

DONATO SÌLVA

Un cittadino, che ha illustrato la patria con le sue virtù e coi suoi studi, che ha sempre animati e protetti i buoni studi degli altri, che ha lasciato l'esempio d'una vita onorata, innocua ed erudita, è in diritto ancora di esigere la pubblica stima e riconoscenza. Nelle città più colte si è riguardato sempre come un dovere quello di celebrare i fatti e le memorie domestiche e nazionali. Nei più floridi tempi di Roma Cornelio Nipote soddisfece ad un tale dovere con l'amico Pomponio Attico; ed Attico avea pure fatto altrettanto coi Romani più illustri che lo aveano preceduto. Io vengo a rendere adesso il tributo medesimo alla memoria del defunto conte Donato Silva. La città di Milano lo ha riguardato come il cavaliere più colto che vi sia stato ne' tempi addietro, e come il primo che abbia dato moto ed eccitamento ai buoni studi, ne' quali

poi si sono distinti molti altri. Io gli era particolarmente attaccato per amicizia e per gratitudine. Voglio soddisfare con questo scritto ai sentimenti che ho avuto sempre per lui, e non già ricercare la lode di scrittore ingegnoso ed eloquente. Nè per fare l'elogio del conte Silva abbisognano gli artifizi dell'eloquenza; basta descrivere semplicemente com'egli visse.

Donato Silva, conte di Biandrate, nacque in Milano il giorno 4 di luglio, 1690. Suo padre si chiamò Gherardo, e la madre fu la contessa Sartirana Arborea Gattinara di Torino. Ebbe tre altri fratelli ed otto sorelle. Fece i suoi primi studi in Milano nel collegio di Brera, e in Roma nel collegio Clementino. I suoi primi passi nelle scuole furono ben lenti e ben piccoli. Il meccanismo grammaticale, e tutto ciò che allora insegnavasi, esigeva un altro genere di talenti; una certa materialità di memoria e nessun esercizio d'ingegno. In Roma ebbe un'altra disgrazia letteraria. Con la volgare filosofia di que' tempi gli fu insegnata ancora l'astrologia. Si sono ritrovati dei di lui scritti con la data di Roma, e degli anni 1708 e 1709, che contenevano le supposte regole delle natività e degli oroscopi. Il celebre

Gian-Domenico Cassini incominciò anch' egli dagli errori astrologici: ed il Newton non mostrò mai superiorità alcuna d'ingegno nelle scuole elementari. La storia letteraria ci somministra molti altri esempi consimili.

Non tardò molto il conte Donato a correggere da sè medesimo gli errori dei maestri e del tempo. S'accorse ben presto degli assurdi e delle falsità di tutti gli aforismi astrologici, e ne divenne un perpetuo derisore. Nè si accontentò già di distinguersi nelle dispute private e pubbliche, con render conto della filosofia che gli era stata insegnata nel collegio di Roma. Vi combinò insieme molti altri studi di maggiore suo genio, il disegno, le lingue, le antichità, la geometria e l'anatomia. E s'infervorò tanto negli studi principalmente anatomici, che ottenne da' suoi direttori la straordinaria permissione di assistere alle sezioni de' cadaveri che si facevano dai professori più accreditati di Roma. Alle occupazioni letterarie seppe anche unire gli esercizi delle arti cavalleresche, che convengono tanto ad un giovine cavaliere, e vi riuscì tanto bene, che otteneva ordinariamente tra gli altri suoi colleghi la palma. Vi unì ancora lo studio di sè medesimo. Nobile nel

suo tratto, rispettoso nel suo contegno, pieno di compostezza, di urbanità e di stima verso degli altri, si guadagnò reciprocamente la stima e l'amicizia dei principali personaggi di Roma, ed ebbe un facile accesso in tutte le loro case.

Dopo di avere terminato il corso del collegio, dopo di avere osservato quant' eravi di più raro e di più grande in quella così grande città, le antichità, le fabbriche e i costumi di allora, nell'anno 1711 si pose in cammino per ripatriare. Fu egli particolarmente onorato e distinto in quel viaggio dal duca Francesco di Parma, che, com' era finissimo discernitore degli altrui talenti, e principe di singolare talento egli stesso, dopo di avere esplorato per ogni parte il giovine cavaliere, ne concepì un'altissima stima, si trattenne lungamente con lui, e lo fece distintamente servire nella città e nelle sue ville. Il conte Donato soleva poi raccontare, come essendo restato sorpreso dalla splendidezza di quella corte e dal numero dei cortigiani, ed essendo naturalmente portato ad informarsi di tutto ciò che vedeva, seppe che il duca Francesco aveva ammesse agli onori della corte tutte le persone distinte dello stato, accor-

dando loro delle piccole pensioni, ed esigendo ancor poco, ordinariamente non altro, che di trovarsi nelle anticamere all'occasione delle udienze de' forestieri.

Arrivato in Milano il conte Donato, superò l'aspettazione di tutti con la moltiplicità delle sue cognizioni, e si guadagnò l'animo di tutti con la nobiltà e con la gentilezza delle sue maniere. Non volle dar nulla alla gioventù ed alle distrazioni ordinarie dei giovani. Proseguì fervidamente gli studi, ne' quali erasi di già iniziato. Incominciò a fare una scelta raccolta di libri, che andò poi successivamente accrescendo in tutto il tempo della sua vita. La morte del padre, seguíta mentr' egli era ancor giovinetto, lo distolse per qualche tempo dalle occupazioni letterarie, e lo immerse in quelle altre di accomodare diverse liti allora pendenti, di sistemare le cose domestiche e di provvedere ad una famiglia numerosa. La necessità di trattare in quell' occasione con tutti i ministri e con le persone principali del paese, fece più generalmente conoscere ed onorare l'ottimo suo carattere, la somma intelligenza, il complesso di tutte le qualità, che difficilmente si trovano unite insieme nell'età più matura.

Composte le controversie, e fissato il piano dell'amministrazione domestica, fu ancora da lui trascelto e stabilito il piano di tutta la sua vita. In quel piano non entravano che i suoi studi e i suoi amici, tutto ciò che poteva contribuire all'onorata tranquillità di una vita filosofica e letteraria: nessuna incumbenza, nessuna carica che potesse o distoglierlo dalle lettere o portargli delle amarezze. Eccettuati due luoghi pii, dove si combinavano delle ragioni particolari di famiglia, non volle avere ingerenza in alcun altro: non volle mai accettare le incumbenze e le cariche che gli furono offerte dai governatori di quel tempo, e nell'età più avanzata rifiutò la soprintendenza alle strade, che gli venne istessamente proposta (nè volle prestarsi a qualche altra vista maggiore, che concepita aveva a suo riguardo l'illuminato ministro conte di Firmian). Non volle neppure ammogliarsi essendo egli il primogenito della sua casa, e quasi tutti i suoi beni essendo primogeniali. Bensì nelle due volte che si ammogliò il conte Ferdinando di lui fratello, contribuì generosamente con le proprie sostanze a quanto poteva essere del decoro e del comodo della famiglia.

Lo studio, in cui egli era più profonda-

mente versato, e in cui poteva gareggiare coi primi letterati della Lombardia e dell'Italia, era quello della storia. Il primo saggio che ne diede, fu l'aver procurata l'unione e le stampe della così detta Società Palatina, una delle epoche letterarie che hanno fatto il maggior onore a Milano. Il celebre Muratori verso il fine del secolo passato, essendo bibliotecario dell'Ambrosiana, avea incominciato a farne veder le ricchezze, pubblicando ed illustrando alcuni manoscritti, che vi restavano come sepolti. Chiamato poi alla direzione della tanto più ricca Biblioteca Estense di Modena, formò il progetto di pubblicare tutti i manoscritti di quella e delle altre biblioteche d'Italia, che potevano più rischiarare la storia lombarda ed italiana. Gli mancavano i sussidj necessari per una così grande impresa. Il conte Donato Silva e il conte Carlo Archinti, uomo che a tutti gli onori della famiglia univa ancora gli ornamenti delle lettere e delle scienze, furono i primi ad offrirsi per le difficoltà delle spese, ed a concorrere coi loro studi per render l'opera più compita. Si trovarono subito degli altri colleghi, il conte presidente Pertusati, il marchese Teodoro Trivulzi, il conte Antonio Simonetti, il conte Costanzo d'Adda,

il marchese Giuseppe d'Adda, il questore Calderari, personaggi rispettabili per la loro nascita, e sempre memorabili per la loro erudizione e per quella che promossero negli altri.

Il Muratori somministrò da Modena i principali manoscritti, e gli accrebbe di prefazioni e di note. Il dottor Sassi, allora prefetto dell'Ambrosiana, ne somministrò, ne corresse e illustrò degli altri. Il conte Donato vi aggiunse il manoscritto della Storia longobardica di Paolo Diacono, che avea ritrovato nell'archivio di Monza. Fu aperta in Milano senza alcun risparmio di spesa una nuova fonderia di caratteri, e ne fu fatto il più bell'assortimento che siasi mai veduto nel nostro paese. Fu concertata la stampa la più magnifica, e fu chiamato da Bologna l'Argelati a dirigerla. E finalmente, perchè non si frapponesse altro ostacolo, l'imperatore Carlo Sesto, di sempre gloriosa memoria, con un particolare dispaccio sciolse tutte le stampe della Società Palatina dalla forma ordinaria delle censure librarie di quel tempo.

Nell'anno 1723 si pubblicò il primo dei ventotto tomi, che compongono l'opera intitolata: *Rerum Italicarum Scriptores ab anno æræ Christianæ* 500 *ad* 1500. La mappa e

la dissertazione geografica posta a principio dell'opera è in nome di tutti i soci palatini; e le note sono in nome dei soci e del Muratori. Ve ne sono alcune del conte Carlo Archinti e dell'incomparabile di lui figlio, che fu poi cardinale e segretario di stato. Una gran parte però delle note è del conte Donato; e, tra le altre, meritano di essere ricordate quelle che riguardano l'antico possesso e le antiche ragioni dei duchi di Milano sopra alcune città dello stato veneto. Mentre io mi ricordo d'aver inteso da lui medesimo che, essendosi fatto qualche ricorso in Milano su quelle note, si lasciò egli intendere di avere già preparato una compita dissertazione sullo stesso argomento: ed al semplice annunzio di una dissertazione finirono tutti i ricorsi. Oltre al merito della prima idea, della raccolta de' manoscritti e delle annotazioni, il conte Donato ve n'ebbe anche un altro in quest'opera. Egli era specialmente delegato dalla Società Palatina per tutta l'economia e il buon ordine della stampa, e perciò che non potevasi trattare insieme da tutti i soci.

Dopo la Collezione degli Scrittori italiani uscirono dai torchi della Società Palatina tutte le opere del Sigonio, la raccolta delle inscri-

zioni, e l'opera del Muratori sulle Antichità del medio evo. Il Muratori col comodo di quelle stampe stabilì tutta la sua riputazione letteraria. I soci palatini ebbero la gloria di avere cooperato alla maggiore celebrità di quel grande erudito, e di avere arricchito lo studio delle antichità italiane con tanti e tanto importanti monumenti. Essi ebbero ancora il merito di aver fatto pubblicare la Raccolta dei poeti latini, le traduzioni in versi italiani, la raccolta dello opere sulle monete, e molte altre opere di vario genere. Ma fu poi tutto un merito del conte Donato d'aver fatto pubblicare nel 1751 dalle stampe palatine la dissertazione *De Figura, et Magnitudine Terrae*, che incominciò a far conoscere il nome dell'abate Paolo Frisi, e lo accreditò ad essere chiamato dalle scuole di Milano alla celebre Università di Pisa. L'abate Frisi dedicò al conte Donato la sua dissertazione, e fu tanto più sensibile al buon esito di quella stampa, perchè l'asserzione del moto della terra avea somministrato ad alcuni il pretesto per impedirla in Milano, ed egli non aveva allora nè corrispondenze, nè mezzi per procurarsela altrove.

Oltre alle note della raccolta degli Scrittori

italiani devono rammemorarsi anche quelle che fece il conte Donato a due altre opere: gli Statuti di Biandrate, suo feudo, e la Cronica di Pietro Azario, stampata separatamente dalla raccolta già nominata. Con l'occasione di una ristampa di quegli antichi statuti aggiunse il conte Donato quanto apparteneva alla storia dei primi conti di Biandrate, alla topografia del luogo, ed al confronto delle misure e delle monete antiche con le nostre. Nella ristampa di Pietro Azario seppe egli supplir tanto bene a ciò ch' era stato ommesso da quell'autore, o raccontato troppo succintamente, che ci ha lasciato così una storia continuata e compita dei primi nove Visconti che tennero la signoria di Milano. E perchè niente vi si potesse desiderare, fece precedere alla cronica tre erudite dissertazioni: la prima sul nome, dignità ed uffizio dei Visconti; la seconda sulla diversa maniera di contare il principio dell'anno, introdotta dopo il decimo secolo tra diverse nazioni; la terza sulla divisione e sull'origine dell'indizione.

Il conte Silva somministrò ancora al P. Grazioli i manoscritti dell'Alciati e del Cotta sui monumenti patrii; manoscritti di cui il P. Grazioli fece tant'uso e con tante lodi del

conte Silva nell'erudito libro che pubblicò sulle nostre più illustri fabbriche. In tutte le altre quistioni, che si sono eccitate a suo tempo sopra vari argomenti di antichità e di storia, egli fece sempre vedere quant'era profondamente erudito. Sarebbe troppo lungo il riferire tutti gli schiarimenti che diede in diverse occasioni. Una particolare osservazione merita di essere qui riferita. Gli fu comunicata un'antica iscrizione, che si ritrova nel castello della Valle dell'Ossola, e che nessun altro aveva ancora saputo interpretare. Il conte Donato riconobbe subito che il carattere era il francese antico: spiegò il significato di quelle linee, che non erano mancanti, e mostrò che l'iscrizione doveva essere del secolo decimoquarto.

Neppure deve passarsi sotto silenzio la questione insorta in Milano nel 1752, se i monumenti e le iscrizioni, che si credevano etrusche, non siano piuttosto runniche e gottiche. Il signor Zanetti avea dato occasione a questa ricerca con una sua erudita dissertazione. Il conte Silva vi prese un particolare interesse. Unì insieme tutto ciò che trovavasi scritto da vari autori sui caratteri etruschi e runnici; fece un minuto confronto degli alfa-

beti etruschi del marchese Maffei, e del Gori coll'alfabeto delle iscrizioni rapportate dal Zanetti; e restandogli ancora dei dubbi, pensò che non si potesse meglio rischiarar quest'articolo, che dimandandone lo schiarimento agli eruditi di Svezia. Mentre se i monumenti sinora creduti etruschi fossero veramente lasciati dai Goti, mentre hanno invaso l'Italia, se ne dovrebbe meglio conoscere e la lingua e i caratteri nel nativo loro paese. Il conte Silva scrisse sopra di ciò una lunga e interessante lettera, e vi unì le principali iscrizioni etrusche, e tra esse ne ho ritrovata una, ch'è posta nel luogo di Varena sul lago di Como. La lettera e le iscrizioni furono comunicate ai principali eruditi di Stockolm e di Upsal, ed essi concordemente risposero, che le più antiche iscrizioni della Svezia non avevano somiglianza alcuna con le iscrizioni e coi caratteri etruschi.

Ma, oltre ai principali suoi studi di antichità, di erudizione e di storia, in cui poteva gareggiare coi più illustri letterati, gli studi che avea fatto in diverse altre scienze, e l'estensione delle sue cognizioni, il suo naturale buon senso lo costituivano uno dei cavalieri più illuminati e più colti che si potessero

ritrovare in Europa. Superiore a' pregiudizi del tempo, dopo di aver conosciuta la vanità dell'astrologia, si rideva ancora delle larve domestiche e degli altri portenti, dei quali parlavasi allora molto frequentemente e seriamente nel nostro paese. E mentre il marchese Maffei e l'abate Tartarotti cercavano con le loro opere di dissipare questa sorte di pregiudizi in tutta l'Italia, il conte Donato volle attenersi in Milano ad un altro metodo; quello di seguitare più da vicino e riconoscere pienamente i fatti portentosi che si andavano spargendo nel popolo, e di portare a notizia di tutti quant' eravi di finto, di supposto e di vero. Io gli ho udito raccontar varie volte le storielle di quel maiale, che portava lo spavento notturno in alcuni quartieri della città, e dei cani rinchiusi, che di lontano facevano sentire come le strida di un uomo dolente: così pure l' impostura della forma duplicata di un dito in un impronto, che dicevasi fatto da una mano infuocata, e molte altre cose consimili. Adesso non si oserebbe più d'inventare delle leggerezze di questo genere, e si crederebbe di violare, con raccontarle, la decenza e il buon senso delle conversazioni. Ma non dobbiamo per ciò dimen-

ticarci di quelli, ai quali abbiamo l'obbligazione di essere affatto sciolti da simili pregiudizi.

A ciò si aggiungeva nel conte Silva l'ornato di sette lingue. Egli sapeva benissimo il latino, l'italiano, il francese, il. tedesco, e intendeva ancora l'inglese, il greco e lo spagnuolo. Egli avea studiato moltissimo la fisica, la botanica, l'ottica, l'astronomia, la meccanica, l'anatomia e la medicina. Egli aveva una lettura vastissima ed una singolare facilità di memoria: e questa così felice combinazione faceva che in qualunque materia potesse parlare eruditamente. Alcuni lo ritrovavano assai prolisso e minuto ne' suoi dicorsi: nessuno gli negava la lode della chiarezza e della precisione, con cui, discorrendo, rendeva conto di quanto aveva letto ed osservato. Nè si occupava già egli così leggermente della lettura di un libro. Si sono trovate tra i di lui manoscritti moltissime note, compendi e transunti delle opere che andava leggendo. E particolarmente in alcuni estratti, che ci ha lasciato delle Transazioni Filosofiche di Londra, egli ha esposto con tanta chiarezza le Formole analitiche del Wallis, e del Wrenn intorno all'urto de' corpi, e le regole date

dallo stesso Wallis per riquadrare lo spazio iperbolico, che mostrò di essere bastantemente instrutto ancora negli studj dell'algebra, rimasti ignoti nel nostro paese sinchè il Rampinelli e l'Agnesi ce li fecero ampiamente conoscere.

Nell'estratto che il conte Silva ha lasciato delle sperienze del Derham intorno alla velocità della propagazione del suono, per maggiormente comprovare che la diversa elasticità e densità dell'aria può contribuire a rendere il suono più o meno veloce, aggiunse un'osservazione sua propria, che merita di essere qui riferita. Mentre il Castello di Milano era vivamente bersagliato dall'armata francese l'anno 1733, salito il conte Donato sopra una piccola torre della sua casa, dopo un colpo di cannone non seguitato per qualche tempo da altri colpi, arrivò a contare ventisette ripetizioni dello stesso suono, che credette procedere dalla situazione delle montagne, che cingono la parte settentrionale del nostro paese, dal Lago Maggiore sino a Bergamo. Verificò molte volte la singolarità di quest'eco, e la verificarono pure diversi suoi amici, che aveva invitato ad osservarlo. Finito l'assedio, in tutte le altre scariche della

grossa artiglieria, che occorreva di fare in diverse occasioni, nè egli, nè alcun altro si accorsero più di un eco simile al primo. Egli pensò di addurne la ragione con dire che l'aria sciolta e agitata da tante scariche di cannone in tempo di assedio, e con ciò resa più sottile ed elastica, facesse propagare e ripercuotere il suono a maggiori distanze e più presto, e che dopo l'assedio, tornata l'aria alla stessa constituzione di prima, opponesse una maggiore resistenza alle vibrazioni sonore, e non permettesse più che arrivassero, e si ripercuotessero regolarmente e continuatamente dalle montagne.

Egli avea uno spirito di osservazione ed un gusto ben fino in tutta la fisica e nelle scienze che vi appartengono. Appena avuta notizia delle calamite artificiali, che si fabbricavano in Inghilterra ed in Francia, le seppe imitare, ed io gliene ho visto fare con molta destrezza alcune che avevano una forza grandissima. Fu il primo tra di noi a informarsi delle scoperte elettriche, ed a riconoscerle con l'esperienze. L'amicizia del Vallisnieri lo impegnò di più nello studio della storia naturale, incominciò a raccogliere diverse curiosità, che gli furono poi notabilmente ac-

crescinte dal conte Ercole suo nipote. Intendeva ancora benissimo la teoria delle acque correnti. Ebbe parte nell'idea delle riparazioni e dei nuovi lavori, che dopo il 1755 furono fatti sul fiume Sesia: e tra i suoi manoscritti ci ha lasciato la tavola e il calcolo delle diverse quantità d'acqua che si possono avere da una bocca posta a diverse profondità sotto la superficie dell'acqua; calcolo non ancora bastantemente inteso a' giorni nostri, e ch'era anche meno conosciuto in que' tempi. Ci ha lasciato ancora le tavole del nascere, del tramontare del sole, del luogo dell'eclittica, del mezzogiorno e della mezzanotte, del principio dell'aurora e del crepuscolo per tutto un anno: il primo saggio di effemeridi che si sia fatto in Milano.

Egli avea moltissime cognizioni in tutta l'astronomia fisica. Nella sua villa di Cinisello teneva il cannocchiale più grande che si sia veduto finora nel nostro paese. Il cannocchiale è lungo 42 piedi del Reno, ed ha due once e mezzo del braccio milanese nell'apertura dell'oggettivo. Era questo un lavoro del celebre Baillou, che il conte Silva amava moltissimo e l'occupava con vari lavori d'ottica, e incoraggiava a farne degli altri. Il primo

fine di ordinare il gran cannocchiale era quello di verificare un dubbio proposto dall'Auzout nelle Transazioni Filosofiche di Londra, che alcune parti, adesso lucide della luna, nelle vecchie selenografie si rappresentino come oscure, e si siano oscurate alcune altre che comparivano prima più lucide. Il conte Silva mi ha varie volte parlato delle mutazioni che con ciò bisognerebbe supporre nella luna. Ma il cannocchiale, ingrandendo molto gli oggetti, vi portava ancora della confusione, e così serviva ad osservare gli eclissi, le macchie del sole ed alcune altre curiosità, e non potè servire alla curiosità principale, per cui era stato ordinato.

La villa di Cinisello è ancora memorabile per altri titoli. Fu questo tra di noi il primo luogo in cui si videro le piante esotiche, il primo orto botanico del milanese. Adesso il buon gusto di alcuni privati e le sovrane beneficenze hanno fatto moltiplicare i nostri orti botanici, e vi hanno portato tutta l'eleganza ed il lusso. Ma giova sempre sapere per quali graduazioni siamo arrivati a questo termine, e di chi siano i primi meriti. Il conte Donato, dopo il suo viaggio di Roma, volle vedere le altre principali città dell' Ita-

lia. Si portò due volte a Torino e due altre a Venezia: osservò tutte le curiosità di quei contorni, e lasciò da per tutto l'opinione di un uomo d'ottima società e di somma intelligenza. Il secondo viaggio di Venezia fu da lui fatto con due suoi memorabili amici, il conte Belloni e il marchese Bellisomi. Del merito e del sapere del primo n'è rimasto un sicuro attestato nella dedica che l'immortale signora Agnesi gli ha fatto del libro delle Tesi Filosofiche, da lei sostenute pubblicamente l'anno 1738. Il secondo ci ha lasciato egli medesimo una memoria del suo buon gusto e delle vaste sue cognizioni nelle Preparazioni Anatomiche, e nella raccolta di storia naturale, di fisica e di matematica, che aveva unito in Pavia.

Il conte Silva com'era molto sensibile, delicato e costante nell'amicizia, così era molto felice nella scelta de' suoi amici. Erano essi i personaggi più colti, più illuminati e più rispettabili del paese, tutti i socj palatini; il marchese Bellisomi, il conte Belloni, il conte Cesare Monti e vari altri. L'amicizia del marchese Bellisomi si stese ancora alla marchesa Lonati di lui sorella, dama di sommo merito, che il conte Silva frequentò, onorò

e assistè sempre dalla gioventù sino alla morte. La compagnia di Bellisomi e Belloni rese più interessante il secondo viaggio che fece nello stato veneto l'anno 1733. Egli ci lasciò scritta la Memoria delle cose che avea particolarmente osservato. Coll'occasione di quel viaggio mandò da Venezia a Milano diverse piante esotiche, le collocò nel giardino di Cinisello, ne fece successivamente venire da altri luoghi molte altre. Alla raccolta de' semplici unì ancora lo studio de' principali autori e tutta l'erudizione botanica, e si formò in quell'elegante giardino e in quella tanto bella casa di campagna un soggiorno delizioso, che servì moltissimo alla conservazione della sua salute ed all'ilarità della sua vita sino alla morte.

Dopo il 1743 venne a di lui conoscenza il fratello dell'abate Frisi, giovine di molto ingegno, che agli studi di medicina aveva unito anche quelli della botanica e della chimica. Il conte Silva amava moltissimo i due fratelli, e gli aveva con sè lungamente in Cinisello. Discorrendo egli della maniera con cui si potesse meglio occupare un giardinetto separato dal giardino maggiore, gli fece osservare il dottor Frisi che vi era spazio ba-

stante per ripartirvi i semplici principali, che dessero un' idea delle differenti classi e delle divisioni e suddivisioni di tutto il sistema botanico del Tournefort. Gliene diede in iscritto il riparto, e ridusse l'idea del sistema a centocinquanta semplici. I semplici furono scelti, piantati e ripiantati diverse volte; ma la infelice esposizione e la qualità del terreno ne lasciò sempre perire una gran parte, e il conte Silva si trovò necessitato ad abbandonarne il pensiero, e distribuire l'erbe e gli arbusti che gli arrivavano di nuovo nel migliore prospetto del giardino principale di Cinisello.

Il gusto che avea per la botanica lo trasportò gradatamente dalla parte curiosa ed erudita alla parte più utile e più importante, allo studio dell'agronomia. Tra tutto ciò che egli avea osservato in questo genere è rimasta tra' suoi manoscritti una Dissertazione sopra il Male de' Gelsi, che dev'essere qui portata a notizia del pubblico. La Società Patriotica avea proposto per uno de' premi dell'anno scorso il quesito: Se vi sia e qual sia il rimedio perchè, morendo un gelso, la contagione non si comunichi agli altri gelsi vicini, e con quali precauzioni si possa fare che un nuovo gelso resti fruttuosamente nel luogo del gelso

morto? Il conte Silva fu eccitato da questo quesito a mettere in iscritto una bella osservazione che avea fatto a Cinisello, e le conseguenze che se ne potevano ricavare. Ma poi non fece presentare alla Società la sua Dissertazione per concorrere al premio, quantunque l'avesse scritta in forma di lettera indirizzata alla Società medesima.

Avvertito della morte di un gelso e della malattia di due altri gelsi vicini, piantati circa quarant'anni prima, ordinò che si levasse diligentemente la terra tra le radici dei gelsi infermi, senza smoverle di luogo o guastarle, ed osservò che tre radici di un gelso e due dell'altro, le prime della grossezza di un mezzo dito, alla distanza di cinque braccia dal tronco, le seconde di quasi un dito, alla distanza di braccia sette, s'intrecciavano con le radici imputridite del gelso morto. Staccato tutto l'intreccio delle radici, e paragonato con le radici dei gelsi sani, ritrovò che quelle nella corteccia esteriore e in tutta l'interiore sostanza erano di un colore sensibilmente più oscuro di queste. Poi sottoposti al microscopio i filamenti delle radici infette, osservò che da essi gemeva un liquore nericcio che non vedevasi nei filamenti delle piante sane, e che col dito sentivasi alquanto viscoso.

Con ciò venne a conoscere che il male dei gelsi era del genere contagioso, e che proveniva dal contatto con le radici degli altri gelsi già infetti. A questa osservazione ne aveva da unire due altre, che bastavano insieme per suggerire l'opportuno rimedio del male. La prima era, che le radici dei gelsi continuano sempre a prolungarsi nella direzione medesima, in cui hanno incominciato, e che, tagliate o impedite una volta, non si propagano, nè si ripiegano per altre strade. La seconda osservazione era che i gelsi possono vegetare benissimo, quantunque da una parte ne restino intercette le radici da qualche impedimento, come da una muraglia, o da un fosso. Fondato su queste osservazioni, ordinò che in distanza di braccia tre da ciascuno dei due gelsi laterali ancor sani, dalla parte che risguardava i due gelsi infermi già detti, si scavasse un fosso della larghezza di un braccio e un quarto fino alla distanza di tre braccia per parte dalla fila dei gelsi, in tutto per la lunghezza di braccia sei, e fece che il fosso si sprofondasse fino a un mezzo braccio al di sotto di tutte le radici.

L'esito fu che, morti dentro di un anno i due gelsi infermi, gli altri due sani e difesi

dai due fossi laterali, dopo quattro anni continuavano ad essere ancora ben vegeti, e davano la stessa quantità di foglia di prima. Questa è dunque la maniera d'impedire che la contagione dei gelsi infetti non si comunichi agli altri gelsi vicini, e con ciò erasi soddifatto alla prima parte del quesito. Seguitando la traccia delle medesime osservazioni, si offeriva ancor la risposta alla seconda parte: cioè di fare in maniera che in tutto il recinto, dove potessero arrivare le radici del gelso piantato di nuovo, non si trovasse radice alcuna del gelso infetto. Ma siccome i gelsi spingono le loro radici alla distanza di cinque, sei e più braccia dal tronco principale, a fine di purgare la terra dalle radici infette, converrebbe portare lo scavo sino alla distanza di sei e più braccia tutt'all'intorno. Così il ripiego non riuscirebbe punto economico: l'azione e l'uso del fuoco riuscirebbe anche più dispendioso; e forse sarebbe meglio di limitarsi alla difesa dei gelsi sani, di abbandonare il luogo del gelso morto, e ripiantare piuttosto ad altre distanze degli altri gelsi.

Le scienze fisiche e filosofiche non ancora formavano il limite delle cognizioni del conte Donato. Egli avea fatto dei lunghi studi nella

medicina e nell'anatomia, vi si era iniziato nella prima gioventù, avea letto i migliori autori, e ne sapeva render conto benissimo. E qui, dopo di aver parlato delle altre di lui produzioni, non si può ommettere che, essendosi variamente scherzato in Milano sulla bipede positura degli uomini, il conte Silva, ad istanza di alcuni amici, scrisse diverse annotazioni e riflessioni, che casualmente furono poi date alle stampe nel 1770. E quantunque quel piccolo scritto non fosse destinato appunto che per la curiosità degli amici e del tempo, vi espose però le ragioni fondamentali di credere che la positura naturale dell'uomo sia di andare a due gambe: la qualità delle piegature, e la proporzione delle gambe e delle braccia, l'impianto della testa sul collo e degli occhi sulla testa, la proporzione della pianta dei piedi con tutto il corpo assai maggiore nell'uomo che nei quadrupedi.

Le cognizioni mediche ed anatomiche servirono a fargli scegliere un regime di vita più confacente alla di lui salute. Passata la prima gioventù, e fatte le più mature considerazioni sul proprio temperamento e sulle circostanze della digestione e del sonno, si abituò a levarsi la mattina assai tardi, e passare il resto

della giornata con una sola tazza d'acqua ed un' altra di cioccolata, non mettendosi a tavola che la sera assai sobriamente e assai tardi. L'ordine della sua tavola era di mangiar prima quanto gli abbisognava, e poi di bere abbondantemente una volta sola sul fine. Non mutò più un tal regime di vita, che riducendolo ad una sobrietà maggiore alcuni anni prima della sua morte. Mentre trovandosi frequentemente sorpreso da svanimenti e deliquj, che davano molto a temere, si pose a notarne tutte le circostanze sinchè il deliquio gli arrivava a togliere la forza di scrivere, continuando a fare lo stesso quando ripigliava la forza di prima. Il confronto delle sue proprie osservazioni lo indusse ad una dieta rigorosa. Passò alcuni mesi prendendo due uova il giorno e due sole quaglie la sera. Con questa e con altre cautele, dopo una ventina di svenimenti, ne fu interamente liberato. Da una leggiera diminuzione in poi del sentimento dell'udito, accadutagli negli ultimi anni, potè sempre gioire dell'uso più perfetto degli altri: non gli occorse mai di servirsi d'occhiali nè di bastone. Il suo temperamento, forse gracile e delicato in origine, con sagacità e padronanza di sè potè ridurlo

ad uno stato permanentemente vegeto. Rare volte gli occorreva di far chiamare a sè il medico; e qualora ciò avveniva, era piacevole di vederlo al suo letto sembrar l'allievo dell'ammalato, e ridotto a saper ascoltare ed approvare. Per massima non era avaro del sangue. Era sollecito poi quanto mai, e prendeva una somma cura ed interesse nelle malattie degli amici, e di chi in qualche modo gli apparteneva; ed era difficile assai in tai casi co' medici, della cui arte congetturale asseriva esserne base, cuore e discernimento.

Non ebbe disgusti nella sua vita. Dotato di un carattere estremamente dolce e placido, di un umore equabile, esente di piccole passioni, e risguardando le cose con vera filosofia, e con molta elevazione di mente, non poteva trovarne; e ciò che avrebbe formata la molestia, l'inquietudine, il tormento di tant'altri, non faceva che leggermente strisciare sopra la sua fronte serena. Questa naturale tranquillità del suo temperamento, e questa superiorità del suo spirito lo accompagnò costantemente in tutte le sue azioni, per tutte le sue circostanze fino agli ultimi suoi respiri, senza punto alterare in lui, o diminuire la squisita sensibilità, e la bontà di cuore che

lo animavano. Nel lungo corso di una vita attiva ha avuto campo di giovare, di far del bene a moltissimi; a nessuno seppe mai far male.

La lunga abitudine di leggere gli faceva passare graziosamente anche nei mesi estremi quel tempo in cui rimaneva a sè solo. L'abate Frisi passò insieme con lui una delle ultime sere di aprile del corrente anno. Lo ritrovò che leggeva il viaggio del capitano Cook, e lo sentì renderne conto tanto bene e discorrere tanto vivacemente delle altre nuove letterarie di allora, come avrebbe potuto fare nella più fresca età. Pochi giorni dopo si ammalò l'abate Frisi, e non lo potè più vedere. Al principio di maggio il conte Silva si portò a Cinisello senz'alcun sinistro sintomo. Il giorno 6 cominciò a sentirsi dolere la gamba diritta. Esteriormente non cominciò a comparirvi che una piccola punta; ma poi andò crescendo il dolore, divenne rossa tutta la gamba, e si dichiarò la cancrena. Venne da Pavia a vederlo D. Giovanni Silva, suo cugino ed amico singolare, e trovò che la malattia non arrivava punto a debilitare il suo spirito, nè a togliergli l'abitudine di discorrere di cose erudite.

Il conte Silva ebbe molto a sofferire nelle diverse operazioni chirurgiche di scarnare una parte della gamba, e soffrì tutto col maggiore coraggio. Dimandò ancora tranquillamente se conveniva tagliar la gamba. Dopo che il male si dichiarò irrimediabile, volle egli tentare se, lasciando di nodrirsi, ne potesse almeno diminuire la forza. Negli ultimi diciassette giorni della sua vita non prese che due sorsi di cioccolata, qualche cucchiaio di vino, qualche poco di limonata e qualche biscottino. Ma poi vedendosi avvicinare al suo termine, soddisfece a tutti i doveri della pietà cristiana, e portò sino agli estremi lo spirito di religione con cui era sempre vissuto. Provvide col testamento a' suoi interessi domestici. Si ordinò una cassa di noce, ne prescrisse le dimensioni, avvisò che si prevenisse per il trasporto del suo cadavere da Cinisello a Milano, dispose tutto con tanta tranquillità come se disponesse d'un altro. Alle ore sei della notte susseguente ai due di giugno parlò amorevolmente come avea sempre fatto al conte Ercole suo nipote, che mostrò tutto il sentimento per le di lui indisposizioni. Morì verso le ore otto in età d'anni ottantotto e mesi undici.

La tranquillità della sua morte e le riflessioni, per cui volle astenersi dal cibo negli ultimi giorni della sua vita, fece trovare qualche analogia con Tito Pomponio Attico. Ma questa non era che un' analogia troppo rimota ed un semplice dubbio di alcuni. È assai più stretta e più precisa la somiglianza che può trovarsi nel tenore di vita del conte Silva e di Attico. Ambidue naturalmente lontani dalle ingerenze pubbliche, occupati dagl' interessi domestici e dai vasti e profondi loro studi, colti ed eruditi nella loro conversazione, cordiali e benefici coi loro amici, graziosi e cortesi con tutti, intimamente buoni e virtuosi, ci lasciarono un esempio luminoso delle più belle qualità del cuore e dello spirito. Nel conte Silva abbiamo avuto sotto ai nostri occhi la più rara unione di cognizioni e di tutte le virtù di famiglia e di società. Possano moltiplicarsi sempre più questi esempi! Possano essere più comuni lo studio, l'erudizione, le scienze, il sentimento dell'amicizia, la superiorità dell'animo e la virtù.

All' illustre memoria di questo singolare suo amico e parente il sig. principe di Belgiojoso d'Este nel magnifico suo parco di Belgiojoso ha innalzato un bel monumento decorato della seguente iscrizione:

DONATO . SILVÆ
PATRIC . MED . COMIT . BLANDRATI
PROBITATE . INTEGERRIMA
OMNIGENA . ERVDITIONE
COMITATE . SVAVISSIMA
NVLLI . ÆQVALIVM . SECVNDO
CVIVS . DOCTRINA . AVCTORITATE . CONSILIO
BONÆ . ARTES
VITIO . TEMPORVM . DILAPSÆ
IN . CIVITATEM . INSVBRIÆ . PRINCIPEM
POSTLIMINIO . REVOCATÆ
ALBERICVS . XII
S.R.I. BARBIANI . ET . BELGIOIOSII . PRINCEPS
MAGN . HISPANIENS . ORDIN . PRIM
AVREI . VELLERIS . TORQVATVS
VIRI . EGREGII
INSTITVTIONE . VSVS
CONSVETVDINE . DELECTATVS
AVCTORI . STVDIORVM . OPTIMORVM
POLITIORIS . LITTERATVRÆ
RESTITVTORI

NATVS A. MDCXXXX. VIXIT ANN. LXXXVIII. M. XI.

INDICE.

DI CIÒ CHE SI CONTIENE

IN QUESTO VOLUME.

OPUSCOLI FILOSOFICI.

DISCORSO PER RENDERE LA DELMONA NAVIGABILE DALL'ADDA ALL'OGLIO.

DELLA MANIERA DI CONTINUARE LA NAVIGAZIONE DALL'OGLIO ALL'ADDA PER IL CANALE DELLA DELMONA.

ELOGI DIVERSI.

PUBBLICATO

IL GIORNO VI APRILE

M. DCCC. XXV.

Se ne sono tirate due sole copie
in carta turchina di Parma.



OPERE DIVERSE.

NUOVA GUIDA di Milano del pittore Francesco Pirovano, co'suoi stabilimenti di scienze, di pubblica beneficenza ed amministrazione; Chiese, Palagi, Teatri, ec. ec., loro pitture e scolture. Un vol. in 16. gr. carta sopraffine levig.; legato alla bod. *Italiane lir.* 4 00

Detto volume colla pianta di Milano. » 7 00

La sola pianta di Milano. » 3 00

La stessa montata in tela. » 6 00

La stessa GUIDA tradotta in lingua francese dal Conte L...i B...i; con una *bella veduta*; vale i medesimi prezzi.

VIAGGIO da Milano a Nizza di *Carlo Amoretti*, ed altro da Berlino a Nizza, e ritorno da Nizza a Berlino di *Giangiorgio Sulzer*, fatto negli anni 1775 e 1776. In 16. grande, carta sopraffine. » 2 50

VIAGGIO pittoresco da Ginevra a Milano, per il Sempione; traduzione dell'abate *C. M.* In 16. gr. carta sopraffine. » 1 35

VIAGGIO sul Reno, e ne' suoi contorni, di *Aurelio de' Giorgi Bertola*. Edizione seconda, colla carta del corso del Reno. In 16. carta sopraffine. » 3 00

VIAGGIO in Valachia e Moldavia, con osservazioni Storiche, Naturali e Politiche. In 16 carta sopraffine. » 2 00

VIAGGIO e maravigliose avventure di un Veneziano ch' esce per la prima volta dalle lagune, e si reca a Padova ed a Milano. Di *F.....o C.....i*, autore dell' Antipoligrafo. In diciottesimo » 1 50



